Lavenergihuse i praksis

- eksempler, tjeklister og resultater

Andersen, Bruno; Mørck, Ove; Thomsen, Kirsten Engelund; Rose, Jørgen; Dollerup, Malene Blaabjerg

Publication date:
2008

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

Energistyrelsens Forskningsprogram

Lavenergihuse i praksis
– eksempler, tjeklister og resultater

28. oktober 2008

Egedal Kommune

DONG energy

Statens Byggeforskningsinstitut
AALBORG UNIVERSITET

CENERGIA

Forord

Denne rapport er hovedrapport for EFP-projektet: ” Ultra-lavenergi og passiv huse i Stenløse Syd” (projektnummer: ENS-33031-0023.

Formålet med projektet har været at medvirke til at udnytte de store potentialer for energibesparelser i byggeriet ved at følge og dokumentere de første faser af udviklingen af et ny byområde - Stenløse Syd i Egedal Kommune - for hvilket kommunen havde stillet særlige krav til byggeriets energiforbrug til opvarmning,

Projekt ansøgningen blev sendt i september 2005, hvor BR-S98 og BR95 var gældende. Derfor blev kravene til energi i Stenløse Syd fase 1 og fase 2 sat ud fra nettorumopvarmningsbehovet, som der er krav til i disse versioner af Bygningsreglementet. Kravet til nettorumopvarmningsbehov blev sat til 30-34 kWh/m2 år, afhængig af bygningstype. Dette svarede til lidt mere end en halvering i forhold til BR-S98 og BR95 og til ca. 35 % af niveauet i de 2005 bestemmelser, der udkom i form af tillæg til de gamle bygningsreglementer i juni 2005 og fik virkning fra 1. april 2006. Energibestemmelserne i BR08, som trådte endelig i kraft 1. august 2008, er næsten enslydende med disse.

I tilknytning til rapporten er også udarbejdet to vejledninger for hhv. bygnings og varmeanlæggenes udformning. Endvidere er resultater fra arbejdet rapporteret i mange sammenhænge - en afsluttende artikel bringes i september nummeret af HVAC-bladet.

Stenløse/Egedal Kommunes tiltag har været rapporteret i mange fagblade og aviser, og kommunens medarbejdere har formidlet erfaringerne til omkring 1/4 af landets kommuner og andre interesserede

Bruno Andersen, Egedal Kommune
&
Ove Mørck, Cenergia Energy Consultants

Forfattere:

Bruno Andersen, Egedal Kommune
Ove Mørck, Cenergia Energy Consultants
Kirsten Engelund Thomsen og Jørgen Rose, SBi
Malene Blaabjerg Dollerup, DONG Energy

Indholdsfortegnelse

1 Indledning

Fra 1. oktober, 2004 påbegyndte Stenløse Kommune (nu en del af Egedal Kommune) udbuddet af en ny udstykning – Stenløse Syd – i de første faser (1 og 2) omfattende ca. 250 boliger plus børnehave og seniorboliger. Kommunen ejede selv jorden og kunne derfor fastsætte bestemte servitutter på byggegrundene, se fig. 1.1.

Kommunalbestyrelsen havde besluttet at kræve at alt byggeri opføres til en standard, der svarer til et nettoenergiforbrug til rumopvarmning på 35 % under de - på det tidspunkt – forventede nye energikrav til Bygningsreglementet, samt at kommunen ville anbefale opførelse af byggeri med et energiforbrug til rumopvarmning på 70 % herunder - svarende til niveauet for et såkaldt "Passiv hus". Samtidigt stillede kommunen krav om regnvandsopsamling, samt forbud mod brug af PVC og trykimprægneret træ.

Kommunen ønskede blandt andet at vise, at man ved anvendelse af kendt lavenergiteknologi (isolering, lavenergivinduer og varmegenvinding), kan opføre boliger til den moderne familie, der opfylder de stillede lavenergikrav. Byggerierne skulle i øvrigt opføres på almindelige vilkår og derfor være teknisk og økonomisk konkurrencedygtige, ligesom der var lagt vægt på at byggerierne fik en arkitektonisk attraktiv udformning og høj funktionalitet.

Med udgangspunkt i byggerierne i Stenløse Syd besluttede kommunen sammen med Cenergia Energy Consultants, SBi, og DONG Energy at udarbejde en projektansøgning til EFP-programmet og denne blev efterfølgende bevilget. Ideen med projektet var at følge de udførte byggeprojekter under og efter opførelsen og dokumentere såvel de valgte løsninger for de forskellige bygningstyper, som de resulterende energiforbrug.

De opsamlede erfaringer omfatter de tekniske løsninger, de resulterende energiforbrug, samt økonomien ved de ekstra energibesparende foranstaltninger.

Projektet er gennemført i takt med byggerierne i Stenløse Syd udstykningen, svarende til følgende fem hovedfaser:

1. Detaljeret analyse af de foreslåede byggeprojekter i ”parløb” med Kommunens byggesagsafdeling, som godkender projekterne i relation til de fastsatte servitutter og med bygherrerne og deres rådgivere for at give dem feedback, som de kan arbejde videre med.
2. Assistance til Kommunens byggesagsafdeling, hvis kvalitetskontrol omfattede bl.a. tæthedsmålinger med blower-door og infrarød fotografering.
3. Opfølgning, når byggerierne er opført. Målinger af bygningernes energiforbrug og en afsluttende evaluering.
4. Dokumentation af de energitekniske løsninger for varmeforsyningen (teknik, effektivitet, varmeproduktion og distribution), herunder energibalancer samt emissionsforhold. - økonomivurderinger ved de forskellige energitekniske løsninger - erfaringer vedrørende installation, drift og vedligeholdelse.
5. Formidling. Ideen var at skabe opmærksomhed om projektet – også undervejs, således at interesserede kunne følge byggeriet.

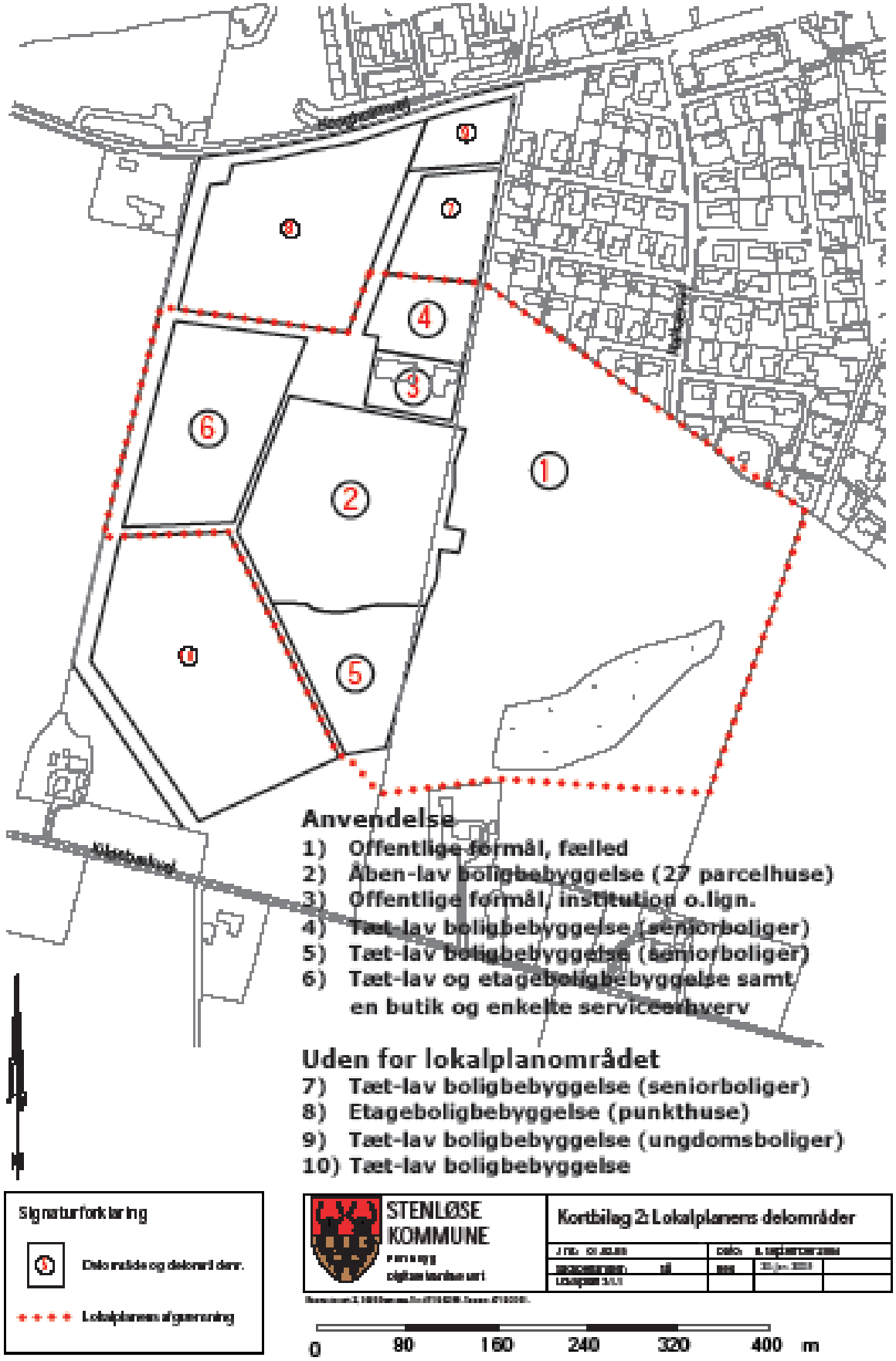


Fig. 1.1 Kortbilag udarbejdet i forbindelse med udstykningen af fase 1 og 2 i Stenløse Syd.

2 Energikrav for 1. fase af Stenløse Syd udstykningen

Inden Stenløse Kommune fastsatte energikravene til det nye udstykningsområde blev Cenergia Energy Consultants bedt om at udarbejde en rapport, hvori der skulle gøres rede for øgede investeringer i forhold til beregnede energibesparelser for såvel enfamiliehuse som tæt-lavt byggeri. Kommunen og Cenergia opstillede fem niveauer for energiforbrug til nettorumopvarmning, som skulle vurderes i rapporten.

Tabel 1.1 De 5 basis – energiniveauer som Stenløse Kommune ønskede vurderet.

	Isoleringsniveau	Årligt energiforbrug til varme, kWh/m²
A.	BR-S-98/BR-95	66-72
B.	”BR- 2005”	48-52
C.	”BR-2005” reduceret med 10%	43-47
D.	”BR-2005” reduceret med ca. 35%	30-34
E.	“Passiv haus”	15

[Intervallet, e.g. 66-72 angiver forventet energiforbrug for hhv. et rækkehus og et parcelhus]

På basis af de beregnede meromkostninger og de forventede varmepriser i Stenløse Syd blev rentabiliteten i form af simpel tilbagebetalingstid beregnet for de forskellige bygningskategorier, planlagt i bebyggelsen og samlet i rapporten [1]. I de følgende tabeller er resultaterne vist for hhv. etage/rækkehuse og parcelhuse. De tre tabeller viser slutresultaterne for to niveauer – hhv. 10 %, 35 % og 75 % reduktion.

Tabel 1.2 Rentabilitet for niveau C: ”BR-2005”-10 %

Bygningstyper	Merinvestering kr./m²	Besparelse kr./m²	Tilbagebetalingstid, år
Etage/rækkehuse	151	13,60	11,1
Parcelhuse	180	14,79	12,1

Tabel 1.3 Rentabilitet for niveau D: ”BR-2005”-35 %

Bygningstyper	Merinvestering kr./m²	Besparelse kr./m²	Tilbagebetalingstid, år
Etage/rækkehuse	305	21,29	14,3
Parcelhuse	333	22,48	14,8

Tabel 1.4 Rentabilitet for niveau E: ”BR-2005”- 70% - passiv-hus.

Bygningstyper	Merinvestering	Besparelse	Tilbagebetalingstid
	kr./m²	kr./m²	år
Etage/rækkehuse	780	43,36	18,0
Parcelhuse	800	47,81	16,7

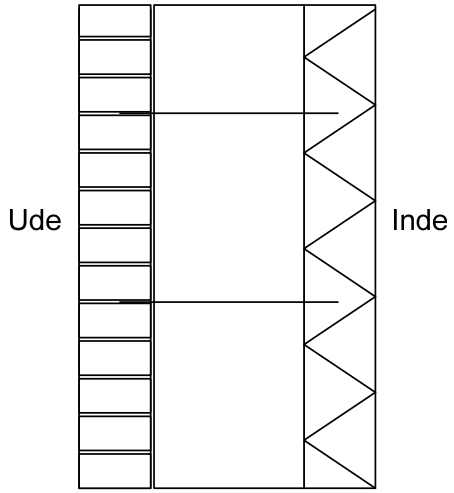
På baggrund af den beregnede tilbagebetalingstid på 14-15 år for opnåelse af niveau D besluttede kommunen at lægge sig fast på kravet ”D” og desuden indgå i forhandlinger med de enkelte bygherrer om evt. at nå ned på niveau E.

3 Klimaskærmsløsninger

Der er i dette afsnit fokuseret på de 27 enfamiliehuse i Stenløse Syd, som var med i første udbud. De enkelte huses konstruktioner er baseret på firmagruppernes idéer og skitseprojekter. Først gennemgås de enkelte konstruktioner i klimaskærmen. Yderligere er der fokuseres på kuldebroer i bygningerne, og der gives eksempler på gode varmetekniske løsninger ved forskellige samlingsdetaljer. I tilknytning hertil er der udarbejdet en liste over vinduer med særligt lave U-værdier.

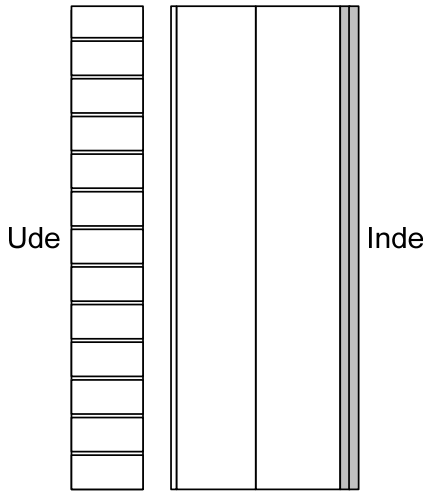
3.1 Ydervægge

Langt størstedelen (23 ud af 27) af husene i bebyggelsen er opført med skalmur, og af disse er det kun ét af husene som har en bagvedliggende let konstruktion mens resten har bagvæg i enten letklinker helvægselementer, porebeton eller tegl – det vil sige traditionelle tunge ydervægsløsninger. Isoleringstykkelserne for disse typer ydervægskonstruktioner varierer meget fra hus til hus, og den mindste anvendte isoleringstykkelse er således 125 mm mens den største er 300 mm, hvilket svarer til U-værdier på hhv. 0,280 W/m^{2}K og 0,110 W/m^{2}K. Anbefalingen er normalt, at isoleringstykkelsen for tunge ydervægge i lavenergibyggeri bør være mindst 200 mm (190 mm), hvilket er tilfældet i de fleste af byggerierne. I figur 3.1 er vist et eksempel på en traditionel tung ydervægskonstruktion anvendt i bebyggelsen.



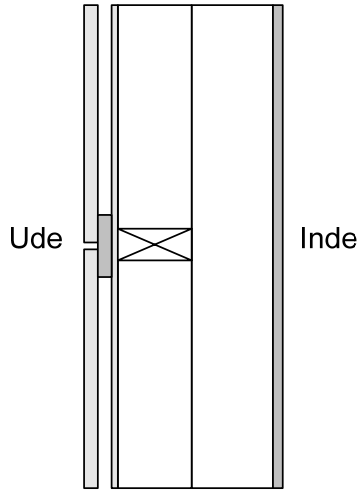
Figur 3.1. Eksempel på traditionel tung ydervæg anvendt i bebyggelsen. Formuren er teglsten mens bagmuren kan være enten letklinker helvægselementer, porebeton eller teglsten.

I bebyggelsen er der som nævnt ovenfor opført ét hus hvor der er benyttet lette ydervægge med skalmur. Ydervægskonstruktionen har 275 mm isolering og har et bærende træskelet. Indvendigt er afsluttet med gipsplader, og den samlede U-værdi for konstruktionen er 0,120 W/m^{2}K. I figur 3.2 er vist et snit i konstruktionen.



Figur 3.2. Snit i let ydervægskonstruktion med skalmur.

De øvrige lette ydervægstyper som benyttes er alle træskeletkonstruktioner og udvendigt afsluttes de med enten træ (brædder/bjælker) eller puds. Karakteristisk for de lette ydervægskonstruktioner er en generelt større isoleringstykkelse end for de tunge konstruktioner, varierende mellem 230 mm til 285 mm, hvilket svarer til U-værdier på mellem hhv. 0,180 W/m^{2}K til 0,150 W/m^{2}K. I figur 3.3 er vist et eksempel på en let ydervægsløsning.



Figur 3.3. Let ydervægskonstruktion med bræddebeklædning. Indvendig beklædning med f.eks. gipsplader, isoleringslag med trælægter, isoleringslag med træstolper, vindtæt beklædning, ventileret hulrum og udvendig beklædning (regnskærm).

For lette ydervægge vil det typisk være muligt at benytte større isoleringstykkelser end for tunge ydervægge, dels fordi vægtykkelsen ikke påvirkes væsentligt af den indvendige og udvendige beklædning og dels fordi det ofte er muligt at benytte en smallere fundamentsløsning for lette ydervægge. For de tunge løsninger vil normalt både for- og bagmur skulle understøttes af fundamentet, og derfor vil forøgelser af isoleringstykkelsen påvirke totaløkonomien væsentligt. For de lette ydervægsløsninger er det kun den bærende del af væggen der skal understøttes, og derfor vil forøgelse af isoleringstykkelsen typisk kunne foretages uden samtidig udvidelse af fundamentsbredden.

Anbefalingen for lette ydervægge er derfor, at isoleringstykkelsen er mindst 250 – 300 mm.

3.2 Tagkonstruktioner

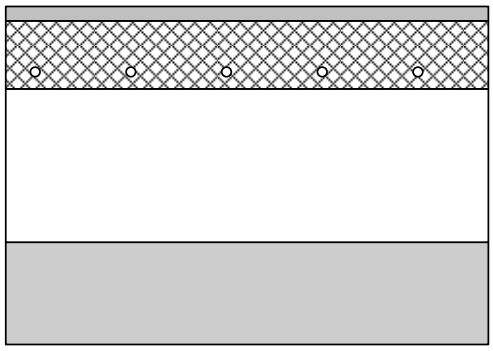
Loftskonstruktionerne i bebyggelsen er meget ensartede, og den primære variation ligger i isoleringstykkelsen. Isoleringstykkelserne varierer fra 290 mm til 450 mm, svarende til U-værdier på hhv. 0,12 W/m^{2}K og 0,065 W/m^{2}K. De største tykkelser, > 400 mm, er oftest indblæst granulat – formentlig fordi det kan være vanskeligt rent praktisk at komme til i forbindelse med de større isoleringstykkelser. Indblæst mineraluld har typisk en lidt højere varmeledningsevne end batts pga. konvektionen, til gengæld er den lettere at arbejde med når der er tale om meget store tykkelser.

Anbefalingen for loftskonstruktioner må være, at isoleringstykkelsen skal være så stor som muligt, idet omkostningerne ved at øge isoleringstykkelsen typisk er meget begrænset. Selvfølgelig kan der være andre forhold der gør sig gældende, og som sætter grænser for hvor stor en tykkelse der kan opnås. Ved isolering med plader/batts er det vigtigt at isoleringslagene lægges med forskudte samlinger, således at konvektion i isoleringslaget undgås.

3.3 Terrændækkonstruktioner

Alle terrændækkonstruktioner i bebyggelsen er traditionelle løsninger med betondæk og underliggende isolering. Der er variationer i betondækkets tykkelse og isoleringstykkelsen, men den grundlæggende opbygning er ens. Den mindste isoleringstykkelse er 220 mm isolering svarende til en U-værdi på ca. 0,150 W/m^{2}K mens den største isoleringstykkelse er 300 mm isolering og 400 mm letklinker, svarende til en U-værdi på ca. 0,080 W/m^{2}K. Langt størstedelen af husene har gulvvarme overalt. Der benyttes generelt gulvbelægninger som klinker og trægulve.

I figur 3.4 er vist et eksempel på opbygningen af en terrændækkonstruktion.



Figur 3.4. Typisk opbygning af terrændækkonstruktion. Træ- eller flisegulv lagt på 100 mm betondæk, 225 mm isolering og 150 mm kapillarbrydende lag.

Anbefalingen vedrørende terrændækkonstruktioner må være, at man benytter en isoleringstykkelse på mindst 220 mm isolering eventuelt kombineret med et lag letklinker. Hvis der er gulvvarme i huset vil det være en fordel at forøge isoleringstykkelsen, idet varmetabet gennem terrændækket ellers bliver uforholdsmæssigt stort (forhøjet temperatur i gulvvarmeslangernes plan).

3.4 Vinduer

Vinduerne i bebyggelsen varierer meget fra hus til hus, både mht. fabrikat og størrelser.

Vinduesandelen, dvs. det samlede areal af vinduerne i forhold til det opvarmede bruttoetageareal, varierer fra 10,0 % til 29,2 % i bebyggelsen. Gennemsnittet ligger på ca. 22 %.

U-værdierne for vinduer/døre varierer også meget, fra lige under 1,0 W/m^{2}K til omkring 2,0 W/m^{2}K. Bygningsreglementets krav til mindste varmeisolering for vinduer og yderdøre er en U-værdi på højst 2,0 W/m^{2}K. Langt størstedelen af vinduerne kommer fra danske vinduesproducenter, men i visse tilfælde med glas fra bl.a. Tyskland.

Der foreligger i beskrivelsen ikke information om hvorvidt der er benyttet varm kant, hvilken coatning der er på glassene og hvilken g-værdi vinduerne har. I enkelte tilfælde er det angivet hvilken gas der er benyttet mellem glassene, og her ses typisk en 90/10 argon/luft blanding og i få tilfælde 90/10 krypton/luft blanding.

I lavenergibyggeri må det anbefales at der benyttes varme kanter i vinduer/yderdøre, idet omkostningen herved er lille sammenlignet med den besparelse der opnås. Coatningen af glasset samt gassen mellem glassene, må vælges ud fra en helhedsbetragtning af dels den totale U-værdi for vinduerne og g-værdien, således at der opnås den bedst mulige totale energibalance for vinduerne.

I forbindelse med glassets U-værdi kan det være nødvendigt at overveje hvor lavt man kan gå, uden at der opstår risiko for udvendig kondens. Risikoen herfor vil hænge sammen med husets udhæng samt øvrige skyggegivere.

Overtemperaturer som følge af solindfald kan være et stort problem i lavenergihuse, idet man ifølge de danske beregningsregler indregner temperaturer over 26 °C som et kølebehov. Derfor bør det ligeledes overvejes i hvert enkelt tilfælde, hvorvidt der er behov for solafskærmning, så overtemperaturer helt kan undgås i lavenergibyggeri.

I forbindelse med projektet er der udarbejdet en liste over vinduer med særligt lave U-værdier, der er tilgængelige i Danmark. Undersøgelsen er sket ved at der i efteråret 2005 blev udsendt et spørgeskema til medlemmerne af VinduesIndustrien – og i 2007 er foretaget en opdatering af resultaterne fra 2005.

Undersøgelsen af foretaget af EFP-gruppen tilknyttet udbygningen af Stenløse Syd.

De angivne værdier i skemaet viser U- og g-værdier for den samlede vinduesløsning for et standardvindue med målene 1230x1480 mm.

Listen er medtaget i Bilag 10.3 og er ligeledes tilgængelig på internettet via følgende link:

http://www.stenlosesyd.dk/erfaringeroggoderaad/vinduertillavenergibyggeri/

3.5 Kuldebroer

Kuldebroer kan opdeles i en række undergrupper:

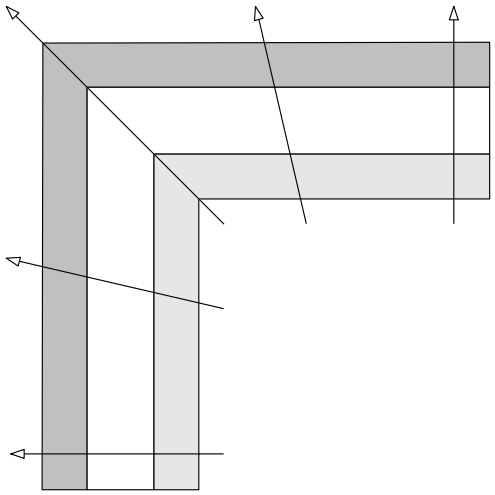
Geometriske kuldebroer
Konvektive kuldebroer
Konstruktive kuldebroer, og
Systematiske kuldebroer

I det efterfølgende er givet en kort beskrivelse af hver undergruppe.

3.5.1 Geometriske kuldebroer

Geometriske kuldebroer, er kuldebroer som opstår på grund af konstruktionens geometri. Alle konstruktioner hvor der er forskel på indvendige og udvendige mål, vil indeholde geometriske kuldebroer, hvorfor f.eks. hushjørner henregnes som denne type kuldebro.

I figur 3.5 er angivet et eksempel på en geometrisk kuldebro.



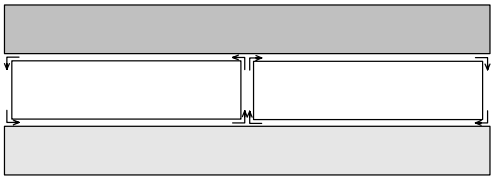
Figur 3.5. Geometrisk kuldebro ved ydervægshjørne. Pilene angiver varmestrømme.

3.5.2 Konvektive kuldebroer

Konvektive kuldebroer er, som navnet antyder, kuldebroer forårsaget af utilsigtede luftstrømninger i en konstruktion. Konvektive kuldebroer kan f.eks. forekomme i forbindelse med luftstrømning gennem spalter i isoleringen, eller luftstrømning gennem selve isoleringsmaterialet. Konvektive kuldebroer kan endvidere forekomme, hvor rumluft har mulighed for at strømme ud i konstruktionen.

Der tages i dag nogen højde for de konvektive kuldebroer for isoleringsmaterialer, ved at medtage et bidrag for disse i isoleringsmaterialers varmeledningsevne. Endvidere er der gode muligheder for minimering af denne type kuldebro i konstruktioner, ved hensigtsmæssig projektering og arbejdsudførelse.

I figur 3.6 er angivet et eksempel på en konvektiv kuldebro.



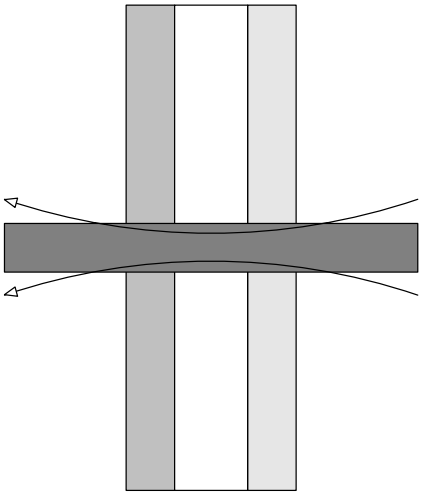
Figur 3.6. Konvektiv kuldebro i ydervæg, hvor isoleringen ikke udfylder hulrummet. Pilene angiver luftstrømninger.

3.5.3 Konstruktive kuldebroer

Konstruktive kuldebroer opstår hvor der forekommer gennembrydninger af konstruktioner mod det fri. Ofte vil det være nødvendigt at foretage gennembrydninger af klimaskærmen, f.eks. for at overføre kræfter på en fornuftig måde til en anden del af en konstruktion, og disse gennembrydninger kan være årsag til væsentlige kuldebroer. Under konstruktive kuldebroer findes også huller i ydervægge til døre og vinduer, samt gennemføringer af elektriske installationer, vandrør mv. Gennembrydninger kan forekomme både som hele

gennembrydninger eller delvise gennembrydninger, hvor førstnævnte naturligvis vil være skyld i de største kuldebroer.

I figur 3.7 er angivet et eksempel på en konstruktiv kuldebro.

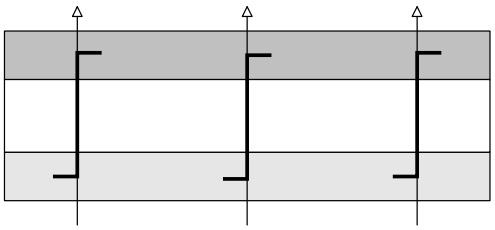


Figur 3.7. Konstruktiv kuldebro. Pilene angiver varmestrømme.

3.5.4 Systematiske kuldebroer

Systematiske kuldebroer kunne egentlig henføres til gruppen med konstruktive kuldebroer, men tilskrives alligevel en separat gruppe, idet disse kuldebroer ofte udgør et forholdsvist lille ekstra bidrag til varmetabet. Systematiske kuldebroer kan f.eks. være bindere og fuger i murkonstruktioner, eller trælægter i træskeletvægge. DS 418 giver anvisninger til højdetagen for en række af disse typer kuldebroer, f.eks. i form af en binderkorrektion og en tilnærmet beregningsmetode for inhomogene konstruktioner.

I figur 3.8 er angivet et eksempel på en systematisk kuldebro.



Figur 3.8. Systematisk kuldebro. Pilene angiver varmestrømme.

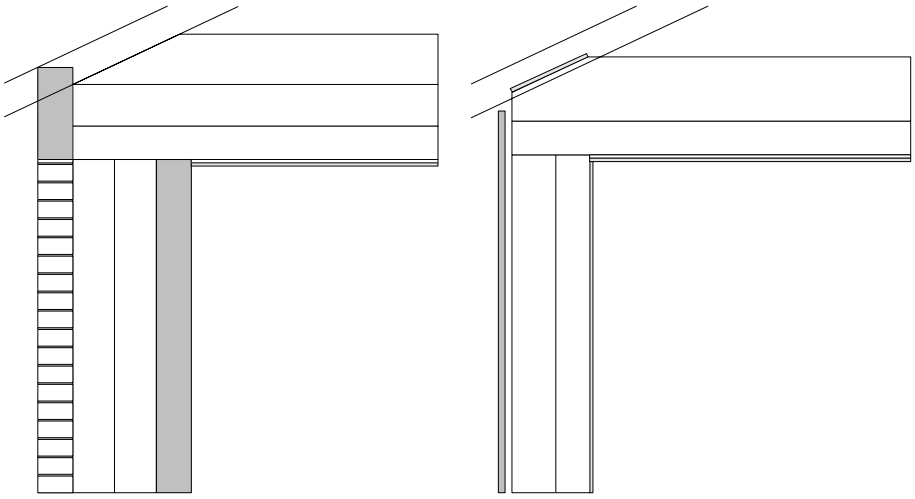
3.6 Samling mellem ydervæg og tagkonstruktion

Kuldebroer i forbindelse med samlinger mellem ydervægge og loftskonstruktioner er oftest af mindre betydning, og vil kun i sjældne tilfælde kunne afstedkomme problemer udover et forøget varmetab. I de tilfælde hvor der forekommer problemer er der typisk tale om udførelsesmæssige fejl og mangler.

3.6.1 Eksempler på varmeteknisk gode løsninger

Det generelle princip i den gode løsning, i forbindelse med samlinger mellem ydervægge og loftskonstruktioner er, at ydervæggens isolering så vidt muligt skal føres sammen med loftsisoleringen uden afbrydelser eller reduktion af tykkelserne. Dette kan være vanskeligt at opnå, idet det typisk er nødvendigt at afskære loftsisoleringen skråt for at få plads til selve tagkonstruktionen.

I figur 3.9 er vist gode eksempler på samlingen mellem ydervæg og loftskonstruktion, dels for tilfældet hvor der benyttes en tung ydervægskonstruktion og dels for tilfældet med en let ydervægskonstruktion.



Figur 3.9. Gode eksempler på samlingen mellem ydervæg og loftskonstruktion. Til venstre tung ydervægskonstruktion og til højre let ydervægskonstruktion.

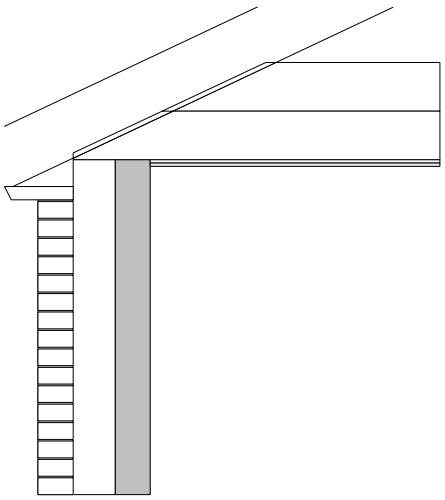
På figur 3.9 til venstre ses det hvorledes selve tagkonstruktionen er hævet for at gøre plads til loftsisoleringen i hjørnet. Herved skabes en god sammenhæng mellem ydervæggens og loftskonstruktionens isolering, og den skrå afskæring af loftsisoleringen er begrænset.

På figur 3.9 til højre ses hvordan man for den lette ydervægskonstruktion også får isoleringen rundt i hjørnet, og dermed minimerer kuldebroen. For de lette ydervægskonstruktioner vil det oftest være nemmere at føre isoleringen rundt i hjørnet, idet regnskærmen (bræddebeklædning + ventileret hulrum) er væsentligt smallere end en formur i tegl.

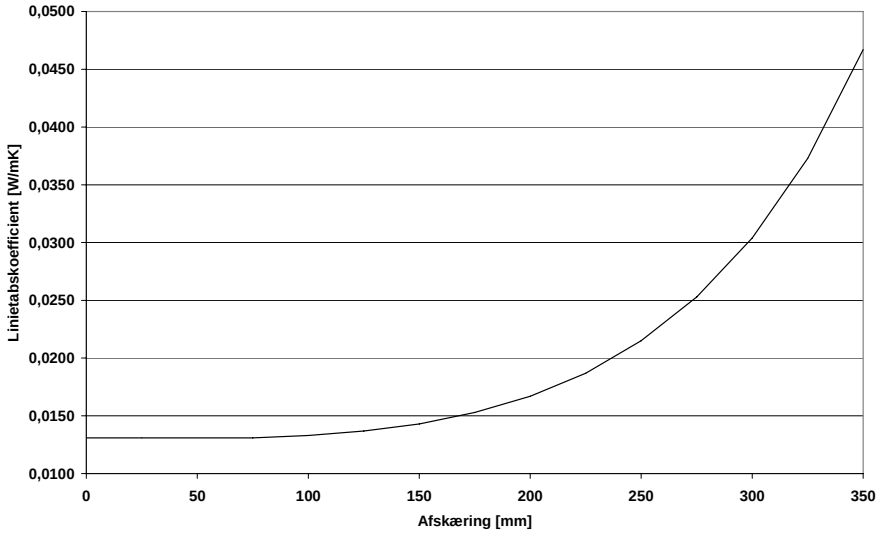
3.6.2 Problematiske løsninger

Et eksempel på en mindre god løsning er vist i figur 3.10. Figuren viser hvorledes isoleringen i loftskonstruktionen afskæres for kraftigt.

Hvis man laver en beregning af linietabskoefficienten for samlingen mellem de to isoleringslag, med tykkelser på hhv. 225 mm for ydervæggen og 350 mm for loftskonstruktionen, og betragter en situation hvor taghældningen er 25 °, kan man bestemme linietabskoefficienten som funktion af afskæringen. I figur 3.11 er vist sammenhængen. I denne forbindelse er der ikke taget højde for eventuelle konstruktive kuldebroer i samlingen, og værdierne dækker altså udelukkende den geometriske kuldebro.



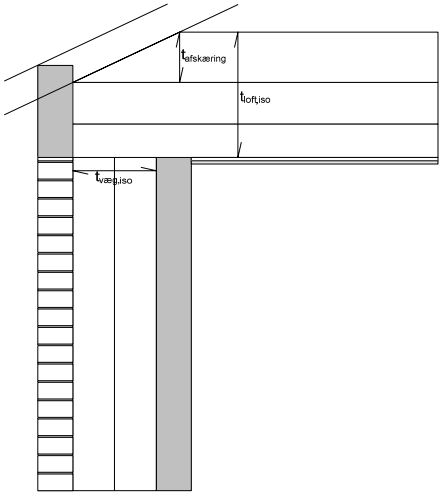
Figur 3.10. Samling mellem ydervæg og loftskonstruktion. Afskæringen af loftsisoleringen i samlingen er for kraftig, og vil afstedkomme væsentlige kuldebroer.



Figur 3.11. Sammenhængen mellem linietabskoefficienten og afskæringen af loftsisoleringen for samling mellem ydervæg og loftskonstruktion.

Betragter man figur 3.11 er det tydeligt at linietabskoefficienten stiger kraftigt når afskæringen af isoleringen bliver større end 250 mm.

Anbefalingen for lavenergibyggeri må derfor være, at isoleringen i loftskonstruktionen så vidt muligt ikke må afskæres mere end at ydervæggens isoleringstykkelse fortsætter hele vejen rundt i hjørnet uden afskæring/reduktion. Princippet illustreres måske bedst ved en tegning, se figur 3.12.



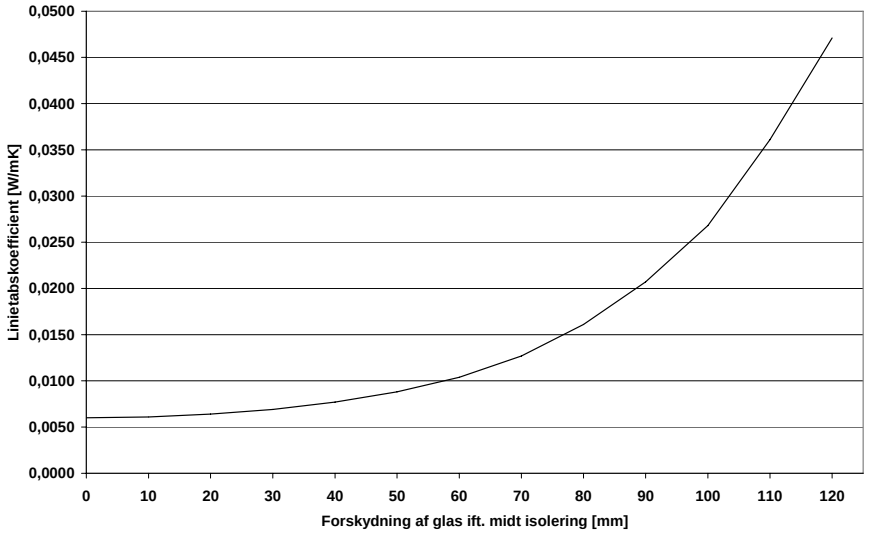
Figur 3.12. Samling mellem ydervægskonstruktion og loftskonstruktion. Anbefalingen for lavenergibyggeri er, at $t_{loft,iso}$ - $t_{afskæring} \geq t_{væg,iso}$ (så vidt muligt).

3.7 Samling mellem ydervæg og vindue

Kuldebroer i forbindelse med samlinger mellem ydervægge og vinduer kan være betydelige, men der vil sjældent forekomme egentlige problemer udover det forøgede varmetab. I de tilfælde hvor der forekommer problemer er der typisk tale om udførelsesmæssige fejl, manglende kuldebroisolering i falsen eller store kuldebroer som følge af en uheldig fastførelse af vinduet i ydervæggen.

Udover kuldebroer i forbindelse med fastgørelsen af vinduet vil der altid være en kuldebro som følge af geometrien i samlingen mellem ydervæggen og vinduet. Ydervæggens totale tykkelse er typisk af størrelsesordenen op til 0,5 m og når denne samles med vinduet (glasset) hvis tykkelse typisk er mindre end 10 % af dette, så vil geometrien i sig selv medføre en kuldebro. Samtidig vil man også typisk placere vinduet yderst i ydervæggen, og dermed forøges den geometriske kuldebro yderligere. De geometriske kuldebroeffekter forøges med forøgelsen af ydervæggens og dermed isoleringens tykkelse.

I figur 3.13 er optegnet sammenhængen mellem forskydningen af glassets placering i forhold til ydervæggens midte og linietabskoefficienten. I det betragtede tilfælde er der benyttet en ydervæg med 100 mm tegl ind- og udvendigt samt 225 mm isolering. Der er ikke medtaget andre kuldebroer i beregningen, så linietabskoefficienten dækker udelukkende den geometriske kuldebro i samlingen. Udgangspunktet (0 mm) svarer til at glasset er placeret præcist midt i ydervæggen, og dermed vil 112,5 mm forskydning svare til at glasset flugter med bagsiden af formuren – hvilket svarer meget godt til den typiske placering af et vindue i en ydervæg.



Figur 3.13. Sammenhæng mellem vinduets placering i ydervæggen og linietabskoefficienten for den rene geometriske kuldebro. På x-aksen svarer 112,5 mm til en normal placering af vinduet, dvs. en linietabskoefficient på ca. 0,04 W/mK. Hertil kommer så eventuelle konstruktive kuldebroer.

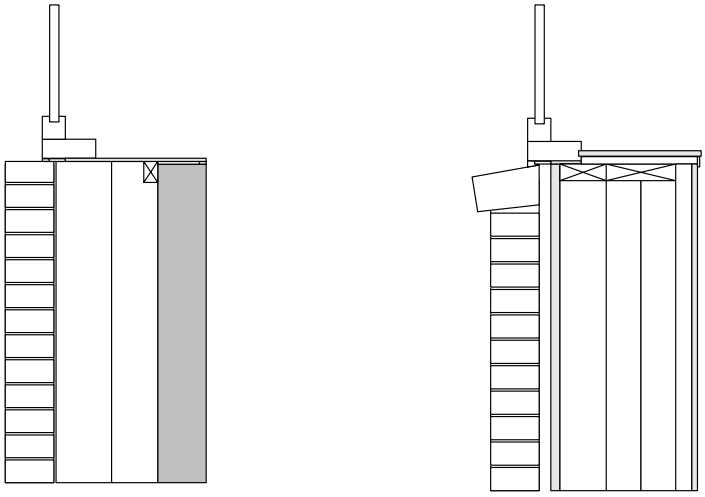
3.7.1 Eksempler på varmeteknisk gode løsninger

Det generelle princip i den gode løsning, i forbindelse med samlinger mellem ydervægge og vinduer er, at ydervæggens isolering så vidt muligt skal føres helt op til vindueshullet uden reduktion. Dette kan være vanskeligt at realisere, bl.a. på grund af den mekaniske fastgørelse af vinduet.

For de tunge ydervægges vedkommende vil fastgørelsen af vinduet typisk indebære brugen af falselementer ved vinduernes sider og samtidig kan der også være behov for en afstivende bjælke over vinduet til at føre lasten over vinduet ud til ydervæggen. I disse tilfælde er det vigtigt at der isoleres godt i falsen/ud for bjælken, således at der ikke er direkte forbindelse mellem for- og bagmur.

For de lette ydervægges vedkommende vil fastgørelsen af vinduet typisk være lettere at udføre på en varmeteknisk god måde, idet en skeletkonstruktion typisk vil være nem at fastgøre vinduet til uden at der samtidig indføres væsentlige kuldebroer i konstruktionen.

figur 3.14 er vist gode eksempler på samlingen mellem ydervæg og vindue, dels for tilfældet hvor der benyttes en tung ydervægskonstruktion og dels for tilfældet med en let ydervægskonstruktion.

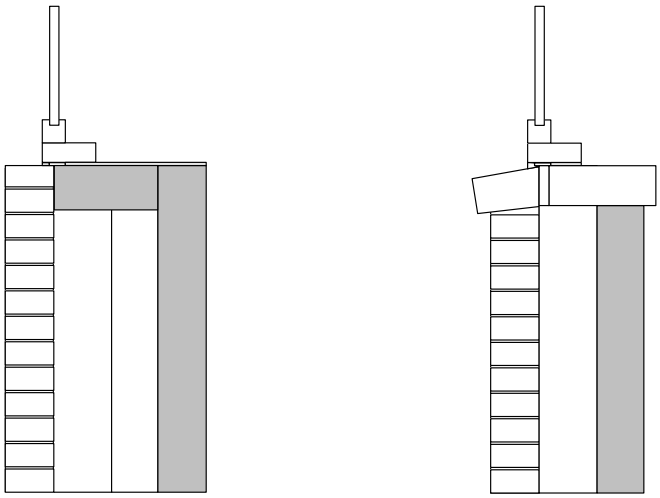


Figur 3.14. Eksempler på gode varmetekniske løsninger for samling mellem ydervæg og vindue.

Eksemplerne i figur 3.14 viser hvorledes ydervæggens isoleringstykkelse er ført helt op til vindueshullet, og dermed er kuldebroen i samlingen reduceret til stort set kun at indeholde den rent geometriske del.

3.7.2 Problematiske løsninger

De løsninger som må anses for at være problematiske i forbindelse med betragtninger af samlingen mellem ydervæg og vindue, er de løsninger hvor der enten er direkte forbindelse mellem for- og bagmur eller hvor isoleringstykkelsen i falsen/ud for den armerede bjælke er for lille. Desværre er der adskillige eksempler fra bebyggelsen, hvor dette er tilfældet. I figur 3.15 er vist dels et eksempel hvor der er direkte forbindelse mellem for- og bagmur og dels et eksempel hvor kuldebro-isoleringen er for lille.



Figur 3.15. Eksempler på mindre gode løsninger. Til venstre er der direkte kontakt mellem for- og bagmur, mens der til højre er en for lille isoleringstykkelse ud for falsen.

I tilfælde hvor der enten er direkte forbindelse mellem for- og bagmur eller der kun er en meget lille isoleringstykkelse i falsen, vil kuldebroen være kraftig, idet det 1-dimensionale varmetab gennem falsen vil bidrage voldsomt til den samlede varmestrøm gennem detaljen, og samtidig vil de 2-dimensionale effekter som følge af geometri mv. også betyde en del. Derfor må man for lavenergibyggeri anbefale, at der som minimum anvendes en isoleringstykkelse i falsen på 50 mm eller mere.

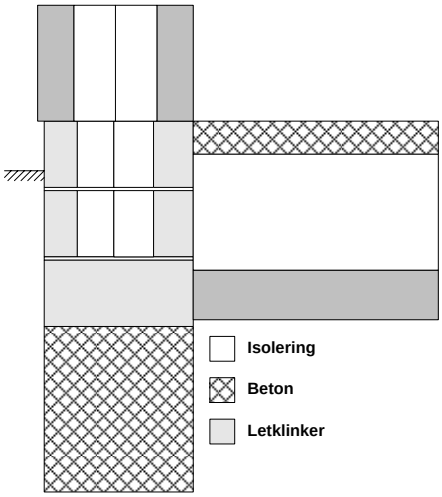
3.8 Samling mellem ydervæg og terrændæk (fundament)

Herunder præsenteres kort nogle af de erfaringer, der er gjort i forbindelse med lavenergibebyggelsen Rådyrleddet i Stenløse Syd omkring kuldebroer i fundamentskonstruktioner. Der er bygget 27 enfamiliehuse på Rådyrleddet. Her ses alene på de varmetekniske aspekter i fundamentsdetaljerne, og der tages altså ikke stilling til byggeteknik, statik eller andet.

3.8.1 Eksempler på varmeteknisk gode løsninger

I det følgende er vist eksempler på varmeteknisk gode løsninger.

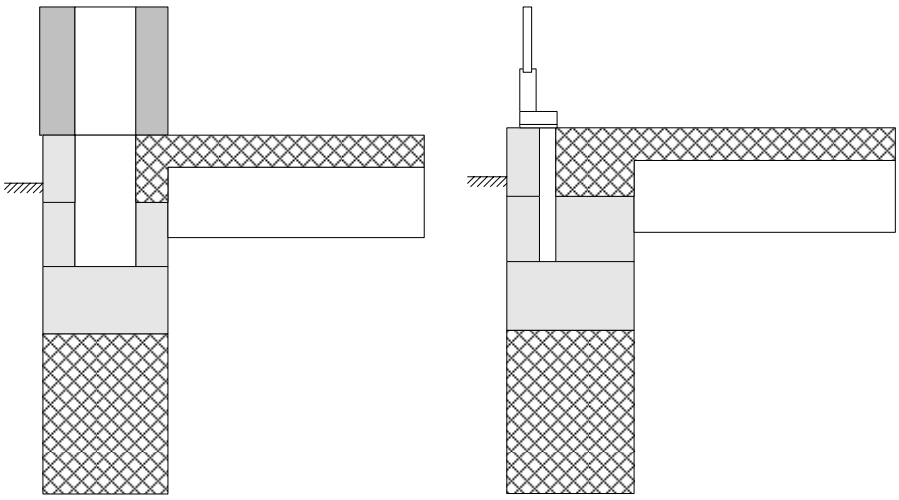
Ydervæggens isoleringstykkelse føres ned i fundamentet
I figur 3.16 er vist et eksempel på en løsning hvor ydervæggens isoleringstykkelse stort set fortsættes i fundamentsløsningen. Det er klart, at dette ikke kan lade sig gøre i forbindelse med løsningen under høje vinduespartier/yderdøre, men her er der også sørget for en god afbrydelse af kuldebroen.



Figur 3.16. Snit i samling mellem ydervæg/fundament/terrændæk. Ydervæggens isoleringstykkelse fortsætter i fundamentet.

Løsningen er varmeteknisk rigtigt god, idet kuldebroen reduceres kraftigt ved den store isoleringstykkelse i fundamentet. Entreprenørerne har generelt gjort meget ud af at minimere kuldebroerne i deres fundamenter.

I figur 3.17 er ligeledes vist en løsning, hvor ydervæggens isolering føres ned i fundamentet. I dette tilfælde ligger terrændækket af på oversiden af fundamentet, dog uden at reducere isoleringstykkelsen i fundamentet (ingen kortslutning).



Figur 3.17. Snit i samling mellem ydervæg/fundament/terrændæk hhv. dør/fundament/terrændæk. Ydervæggens isoleringstykkelse fortsætter i fundamentet.

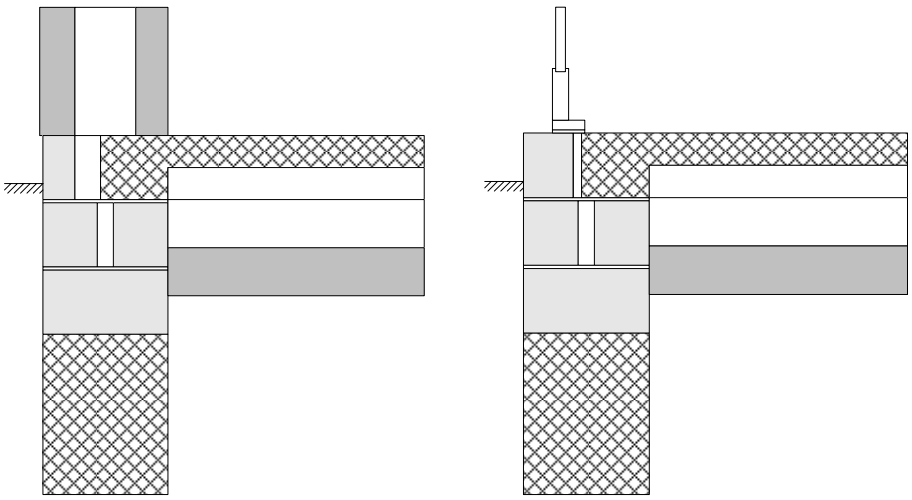
I forhold til løsningen vist i figur 3.16, vil denne løsning naturligvis have en højere linietabskoefficient, idet betondækkonstruktionen "fører" varmen et stykke ud/ned i fundamentet, men der er stadig tale om en rigtigt god løsning.

Udover løsningerne vist i figur 3.16 og figur 3.17 er der også i bebyggelsen en række eksempler på, at der benyttes standardløsninger som svarer til dem, som er beskrevet i DS418 eller U-værdier 2003. Disse løsninger vil ikke blive gennemgået.

3.8.2 Problematiske fundaments løsninger

I forbindelse med byggerierne er der en række problematiske løsninger, som forekommer flere gange. I det efterfølgende er givet en kort beskrivelse af løsningerne, og der er opstillet forslag til, hvorledes kuldebroerne generelt kan undgås eller reduceres væsentligt.

Kortslutning af fundamentets isolering

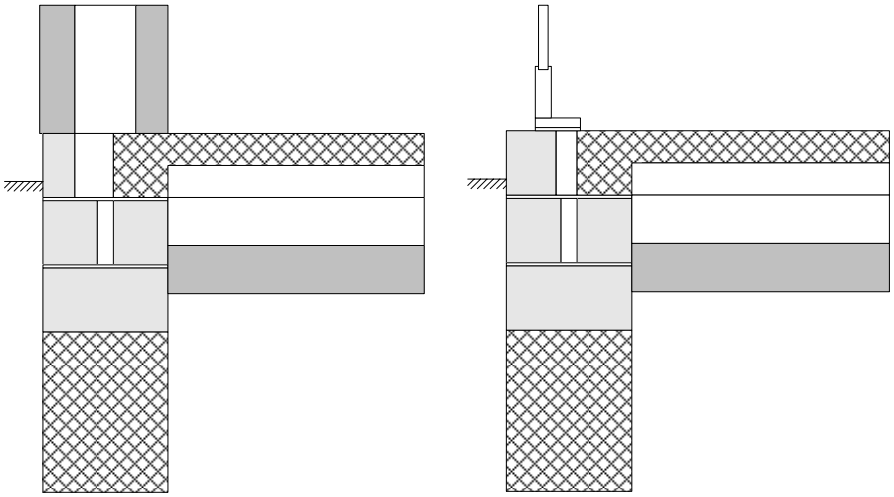


Figur 3.18. Snit i samling mellem ydervæg/fundament/terrændæk hhv. dør/fundament/terrændæk. Kortslutning af fundamentets isolering.

I figur 3.18 ses en illustration af en delvis kortslutning af fundamentets isolering. Det er tydeligt, at der er fokus på at reducere kuldebroerne ved at føre isoleringen fra ydervæggen ned i fundamentet, men desværre opnår man en "kortslutning" af isoleringen i fundamentet, idet dækkets hjørne (som ligger af på oversiden af fundamentet) næsten gennem-

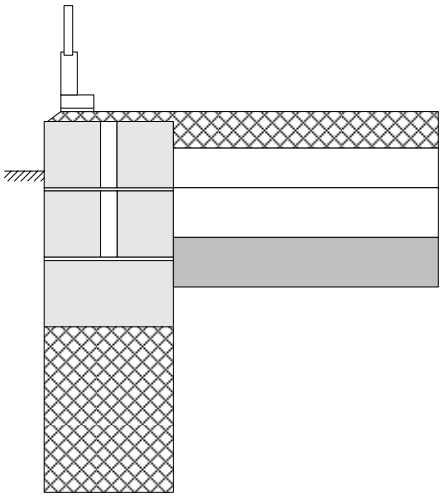
bryder hele isoleringstykkelsen imellem letklinkerblokkene. Hvis dækket skal ligge af på oversiden af fundamentet, må dette mindst trækkes så meget tilbage, at kanten flugter med den højre side af fundamentets isolering, se figur 3.19. Varmeteknisk set vil en adskillelse mellem fundament og dæk selvfølgelig altid være at foretrække.

Løsningen er selvfølgelig endnu mere kritisk ved fundament under høje vinduespartier/yderdøre, idet isoleringstykkelsen i dette tilfælde som oftest er reduceret i forvejen, se højre illustration i figur 3.18.



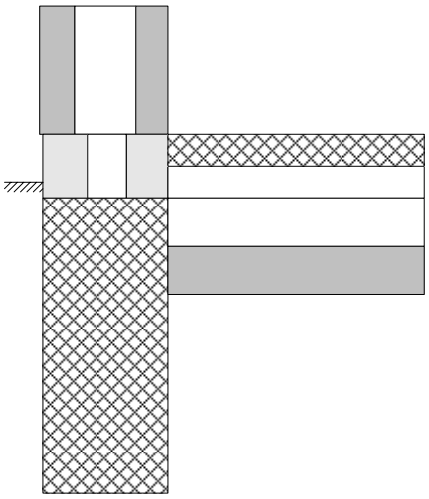
Figur 3.19. Snit i samling mellem ydervæg/fundament/terrændæk hhv. dør/fundament/terrændæk, forbedret i forhold til konstruktionerne på figur 3.18.

Et andet eksempel på en kortslutning af fundamentets isolering er vist i figur 3.20. Her er det meget tydeligt, at det støbte betondæk kortslutter isoleringen i fundamentet. Samtidig er vinduet/døren forskudt fra isoleringen i fundamentet, hvilket forværrer situationen yderligere. Denne fundamentsløsning vil have en meget høj linietabskoefficient, og de isolerede letklinkerblokke i fundamentet har stort set ingen betydning rent varmeteknisk, idet varmen primært ledes direkte ud via betonen. Kuldebroen i samlingsdetaljen vil formentlig være så stor, at der vil kunne forekomme problemer med kondens på den indvendige overflade i hjørnet mellem trækarmen og betondækket. Desuden vil denne samlingsdetalje ikke kunne efterleve bygningsreglementets krav (ψ = 0,20 W/mK) hvis der er gulvvarme i terrændækket, og det er tvivlsomt om den overhovedet overholder minimumskravet (ψ = 0,40 W/mK).



Figur 3.20. Snit i samling mellem dør/fundament/terrændæk. Kortslutning af isolering i fundament.

Brug af skifter letklinkerblokke i fundamentet
Et andet område, hvor der er problemer, er i forbindelse med antallet af skifter i fundamentet. Flere steder er der lavet løsninger, hvor der kun er ét skifte letklinkerblokke eller tilsvarende (se figur 3.21), og dette er ikke nok til at lave en tilstrækkelig god kuldebroafbrydelse i fundamentet – uanset om der er isolering mellem letklinkerblokkene eller ej. Løsningerne vil ikke kunne leve op til bygningsreglementets krav, med mindre der benyttes isolering over terrændækkonstruktionen eller hvis der er tale om en terrændæksløsning uden gulvvarme.



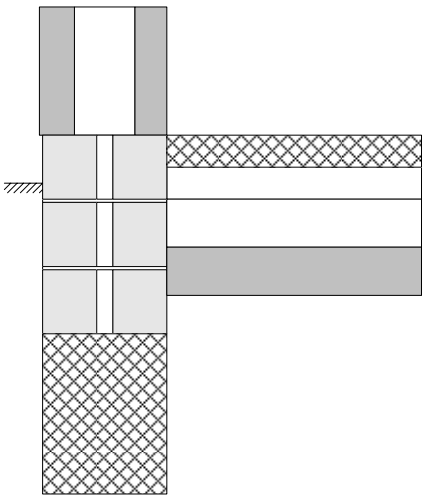
Figur 3.21. Snit i samling mellem ydervæg/fundament/terrændæk. Ét skifte letklinkerblokke.

Årsagen til, at løsningen ikke kan bruges er, at varmen går via den bageste vange i fundamentet og direkte ned i betonfundamentet. Samtidig vil også en del af varmetabet gennem terrændækkets randfelt gå via den øverste del af betonfundamentet.

3.8.3 Overflødig isolering

Udover eksempler på gode og mindre gode løsninger, er der ligeledes eksempler på løsninger, som i et eller andet omfang indeholder isoleringsdetaljer som er overflødige. Disse "fejl" er medtaget fordi der kan ligge en besparelse for bygherren i at undgå dem – rent varmeteknisk betyder de ikke det store.

Isoleret letklinkerblok i 3. skifte giver ingen effekt
I figur 3.22 er vist et eksempel på en fundamentsløsning med 3 skifter isolerede letklinkerblokke.

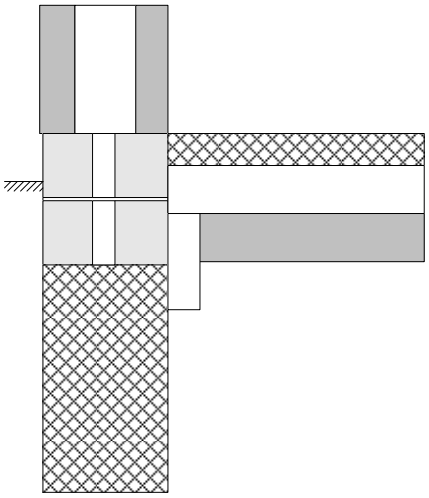


Figur 3.22. Snit i samling mellem ydervæg/fundament/terrændæk. Tre isolerede letklinkerblokke i fundamentet.

Detaljerede analyser af forskellige fundamentsdetaljer har vist, at det stort set ikke har nogen betydning at bruge en isoleret letklinkerblok i tredje skifte, og denne kan altså erstattes af en (billigere) massiv blok uden nævneværdig forøgelse af linietabskoefficienten.

Isolering på indvendig side af fundamentet giver ingen effekt.
I figur 3.23 er vist en fundamentsløsning, hvor der er opsat en lodret isolering på den indvendige side af fundamentet.

I forbindelse med udarbejdelsen af 6. udgave af DS418 blev der lavet en lang række detaljerede 2-dimensionale beregninger af forskellige godt isolerede fundamentsudformninger, og disse viste bl.a., at den lodrette isolering på den indvendige side af fundamentet havde ingen eller meget lille betydning for linietabskoefficienten i disse tilfælde.



Figur 3.23. Snit i samling mellem ydervæg/fundament/terrændæk. Lodret isolering på indvendig side af fundament.

3.9 Lufttæthed

Der er direkte sammenhæng mellem lufttæthed og et lavt energiforbrug i en bygning. Jo mere velisoleret en bygning er, jo større relativ betydning får klimaskærmens tilstrækkelige

lufttæthed på bygningens samlede energiforbrug. Eventuelle varmegenvindingsaggregater udnyttes heller ikke optimalt, hvis klimaskærmen ikke er lufttæt.

Desuden har lufttætheden også en væsentlig betydning for bygningens indeklima. Luftutætheder kan forringe komforten, fordi der kan opstå gener fra træk, fodkulde og indvendige kolde overflader. Utæthederne kan derfor medføre skader på bygningen i form af fugtskader med efterfølgende skimmelsvampevækst.

Det er ofte ved installationer, samlinger og overgange mellem ydervægge, gulve, lofter, vinduer og døre, at der findes brud i tæthedsplanet. Det er fx nødvendigt, at der ved overlapning af foliebaner tapes omhyggeligt for at sikre lufttætheden.

Fordelen ved at bygge lufttæt kan sammenfattes til, at man kan:

- Spare energi
- Undgå fugtskader
- Få bedre indeklima (ingen træk og fodkulde)
- Få bedre luftkvalitet (styret ventilation mv.)
- Få bedre lydisolering, da direkte luftlyd afbrydes.

Det er nødvendigt at tænke tæthedsplanet med ind i projektet helt fra starten. Af hensyn til den praktiske udførelse på byggepladsen er det vigtigt at beslutte allerede under projekteringen, hvordan tæthedsplanet skal udføres og overføres mellem bygningsdelene.

Det er således velbegrundet at der fra starten har været fokus på lufttæthed i byggerierne i Stenløse Syd og Kommunens ingeniør har foretaget tæthedsprøvninger med Blower Door kombineret med infrarød fotografering i husene og meldt tilbage til bygherrer og entreprenører, hvis der blev konstateret problemer.

Desuden blev der lagt vægt på erfaringsopsamling og formidling baseret på denne – se kap. 6.3, der omtaler et møde med de udførende i Stenløse Syd, som drejede sig om de Blower Door test, der skulle udføres, samt hvordan samlingsdetaljerne bør udformes. Et uddrag af præsentationen ligger i bilag 10.3.

Også projektets hjemmeside viser under ”Erfaringer og gode råd” termo-fotos af typiske detaljer, hvor der er konstateret utætheder.

I bilag 10.1 findes en tjekliste vedrørende lufttæthed samt en beskrivelse af tæthedsplan af lavenergihuse i Stenløse Syd.

4 Varmeløsninger

Det har været hensigten at EFP projektet skulle medvirke til at de energitekniske løsninger blev udført efter Best available technology (BAT) -princippet, samt arbejde på at afprøvning/demonstration af "fremtidens" teknologier. I praksis har mulighederne været afhængige af, om bygherre var interesseret i rådgivning omkring sin opvarmningsløsning og hvor hans fokus lå.

4.1 B.A.T. og fremtidens teknologi

Dagens bedste teknologier
Dagens bedste teknologier indenfor opvarmning med naturgas er gode kondenserende kedler, med en normnyttevirkningsgrad på helt op til 109%.
Flere producenter udbyder disse kedler i høj kvalitet og med gode styringer, der sikrer optimalt udbytte.

En kondenserende kedel udnytter returvandet fra varmesystemet til at afkøle røggassen og derved for-opvarme vandet inden det kommer retur til kedlen. De kondenserende kedler er udrustede med højydelses-varmevekslere, der før de frigiver røgasserne til skorstenen afkøler dem så vidt, at de i gasserne indeholdte vanddampe målbevidst kondenserer og den derved frigivne kondensationsvarme overgives til varmesystemet.
Når returvandet når under 55 °C vil røggasserne begynde at kondensere og virkningsgraden af kedlen nå over 100 %.

Jo lavere retur-temperatur, jo bedre udnyttelse af gassen. Derfor er lavtemperatur-drift optimalt til kondenserende kedler.

Fremtidens teknologier:
Allerede ved projektets begyndelse, var der tale om, at der ville komme gasdrevne varmepumper på markedet, hvilket ansås som det største potentiale når det kom til afprøvning af fremtidens teknologi. Der nåede også at komme en enkelt model på markedet, men den blev af prismæssige årsager taget af markedet igen, og det har ikke siden været muligt at købe i Danmark.

Fordelen ved en gasvarmepumpe er, at man udnytter energien optimalt. Ved at levere energi til varmepumpen direkte, opnås mindre energispild, end når energien skal produceres på et el-værk. De kan desuden opnå en normnyttevirkningsgrad på helt op til 140%.

Gasmotordrevne varmepumpe er bedre til at udnytte energien i forhold til eldrevne varmepumper, idet spildvarmen fra en forbrændingsmotor kan udnyttes til opvarmningsenergi, mens den i den eldrevne pumpe normalt ledes uudnyttet til omgivelserne. Yderligere må man påregne at virkningsgraden ved fremstilling af el på værket betyder yderligere spild.

Ulempen ved denne teknologi er de forholdsvis høje installationsomkostninger og de ringe erfaringer man har her i landet. Desuden stiller forbrændingsmotoren en række krav til vedligehold, opstilling og emissioner. Gasmotoren er også forholdsmæssigt dyr i produktion og er af natur støjende.

Udviklingsmæssigt set er løsningen så lang fremme, at pumpen er i anvendelse i nogle lande. I Sverige udnyttes den ofte, ved at grave ned i klippegrunden. Det forventes også,

at en eller flere leverandører vil gøre den tilgængelig på det danske marked indenfor nær fremtid.

4.2 Opvarmningsløsninger

DONG Energys rolle i forhold til bygherre har været at vejlede og rådgive om forskellige løsningsmuligheder indenfor opvarmning. Vi har opfordret bygherrer på storparceller til at tage kontakt, således at vi kan afholde møde for at fastlægge optimale opvarmningsmuligheder og løsninger i fællesskab, så tidligt i processen som muligt.

Samtlige bygherre tilbydes en løsning, hvori der indgår en eller flere kondenserende kedler, såfremt der er interesse for det, kan det yderligere kombineres med solvarme eller lign. Løsningerne sammensættes, så det er optimalt for den enkelte stor-parcel.
Enkelte storparceller har ydermere fået tilbud fra Egedal kommune om tilslutning til det fjernvarmenet der opføres i i forbindelse med fase 2.

Som en del af DONG Energys rolle i projektet og samarbejdet med Stenløse / Egedal kommune, har vi stået til rådighed for beregninger i forbindelse med dimensionering af kedelstørrelser, beregninger af varmetab til jord og kedler osv.
Disse beregninger sikrer at der vælges den billigst mulige løsning indenfor B.A.T. for de enkelte parceller.
Der er desuden udarbejdet en vejledning /tjekliste for gasfyrede varmeanlæg der er tilgængelig på hjemmesiden. Ses i bilag 1.

4.2.1 Bygherres interesse for denne del af projektet.

Bygherrer var overvejende positive overfor tilbuddet om vejledning og rådgivning om valg til opvarmningsløsninger fra EFP projektet/ DONG Energy. Vi har dog også oplevet bygherre, som har ønsket helt at undgå samarbejde.
Samarbejdet med de enkelte bygherre er nærmere beskrevet i afsnittet herunder. Bygherres fokus har i alle tilfælde været økonomisk, ingen har interesseret sig for at gøre det bedre, end at opfylde kravene fra projektet.

4.3 Opvarmningsløsninger småparcellerne - Rådyrleddet

4.3.1 Rådyrleddet – decentral løsning

Rådyrleddet består af 27 individuelle parcelhuse.

Udgangspunkt:
Bygherre fik sammen med det øvrige materiale tilsendt et tilbud på en god kondenserende kedel. De har ikke fået yderligere rådgivning fra DONG Energy

Beskrivelse af løsningen:
Der er valgt en række individuelle løsninger, som ses nærmere beskrevet i oversigten over parcelhus-data i bilag 10.5. Her er en oversigt for de 27 huse (ikke alle oplysninger er oplyst i dette materiale):

Hus	Kedel	Supplering	Varmesystem	Ventilation	Anvendt ven-

nr					tilations virk-ningsgrad*
1	Kondenserende gaskedel		Gulvvarme	Nilan Comfort 300+	94%
2	Kondenserende gaskedel		Gulvvarme	Nilan VP	Sat til 80%
3	Kondenserende gaskedel		Gulvvarme	Nilan Comfort 300	87%
4	Kondenserende gaskedel		Gulvvarme	Nilan 300	Sat til 80%
5	Kondenserende gaskedel		Gulvvarme	Nilan Comfort 300+	94%
6	Bosch konden-serende			Nilan Comfort 300	87%
7	Kondenserende gaskedel		Gulvvarme	Nilan Comfort 300	87%
8	Vailant EcoTEC VC126		Gulvvarme	Klimatek HRU ECO	96%
9	Vailant VC126/2	Varmepumpe Figther 600P		? m varmegen-vind	80%
10	Vailant ECOtec	Varmepumpe Figther 310P m kølemedie			60%
11	Vailant turbo Vu 122.			m varmegenvin-ding	
12	Vailant turbo Vu 122.		Gulvvarme	Air Connection Am 290	90%
13	Bosch Europur 3-13		?	Nilan Comfort 300	89%
14	Kondenserende gaskedel		Gulvvarme	Nilan VP18	98%
15	Kondenserende gaskedel				
16	Baxi WGB		Gulvvarme	Nilan Comfort 300	87%
17	Kondenserende gaskedel		Gulvvarme	Nilan Comfort 300+	65%
18	Kondenserende gaskedel			Nilan Comfort 300	Op til 95%
19	Vailant classic Vu 122		Gulvvarme	Air minder AM290 m var-megenvinding	90%
20	Bosch Europur ZSBR 16-3 A			Nilan VP18	60%
21	Kondenserende gaskedel			Nilan Comfort 300+	94%
22	Kondenserende gaskedel			Nilan Comfort 300	87%
23	Weishaupt WTC 25A			Nilan Comfort 600	91%
24	Kondenserende			Nilan Comfort	Ml. 86-97%

	gaskedel			300A	
25	Vailant Eco tek	Varmepumpe m jord Fighter 1200		Nilan Comfort 300A	Ml. 86-97%
27	Vailant		Gulvvarme	Nilan Comfort 300A	Ml. 86-97%
29	Vailant Ecotec VC136		Gulvvarme	Genvex GE 390 AC	75%

*Den anvendte ventilationsvirkningsgrad, er den der er opgivet som anvendt ved BR98 beregningerne.

Det fremgår af skemaet at især Vailant har været populær som kedelleverandør, mens Nilan har været den foretrukne ventilationsleverandør.
Nilan er leverer anlæg med stor varmegenvindingsgrad. Som det fremgår af skemaet, er der dog stor forskel på, hvilken virkningsgrad der er anvendt i beregningerne for den samme pumpe. Den problematik bør der komme mere fokus på, fx i form af en anvisning om at bruge middelværdien i virkningsgrads-spændet.

Vailants kedler har en tilpas lille effekt og kan anskaffes for omkring 25.000 kr. Normnytte-virkningsgraden er 108 %. Årsnyttevirkningsgraden antages at komme til at ligge omkring 100 %.

Enkelte parceller har yderligere valgt at supplere med en varmepumpe for mulighed for køling.

Fordele og ulemper ved de individuelle løsninger.
Samtlige parceller er forsynet med en form for kondenserende kedel, samt ventilation med varmegenvinding. Som en konsekvens af de lave varmebehov, vil kedlerne en stor del af tiden udelukkende skulle producere varmt vand, hvilket vil have en negativ konsekvens på deres årsnyttevirkningsgrad, sammenholdt med kedlens anslåede årsnyttevirkningsgrad.
Produktionen af varmt brugsvand giver forholdsmæssigt højere returtemperaturer til ked-len, sammenholdt med returtemperaturen fra gulvvarmesystemet.
Man kan vælge, at anvende returvandet fra produktionen i varmesystemet, men proportio-naliteten er sjældent tilstede.
I de perioder der er returvand fra varmesystemet, vil de mange gulvvarmeløsninger være optimalt i forhold til kondenserende drift.
Alternativt til de individuelle løsninger, kunne parcellerne have en central løsning, men af-standen mellem parcellerne ville medføre et forholdsvis stort varmetab til fordelingsrør i forhold til det forventlige meget lille forbrug for de enkelte parceller.

4.4 Opvarmningsløsninger storparceller

4.4.1 Hjorteleddet – central løsning

Hjorteleddet består af 36 Seniorboliger i rækkehuse opført af Stk. Knudsboligselskab.

Udgangspunkt:
Der har været afholdt møde med bygherre i Odense, hvor opvarmningsformer og muligheder blev drøftet. Løsningen

blev besluttet at være en fælles varmecentral med kondenserende gaskedel leveret af DONG Energy. Der var tvivl om varmetabet fra fordelingsrør i jord ville blive indregnet i boligernes forbrug eller ej. Kommunen bekræftede, at dette tab ikke indregnes i boligernes varmeforbrug. Fordelingsrørene i jorden i Stenløse syd projektet, er derfor ikke omfattet af nogle af de krav der stilles i forbindelse med projektet, men DONG Energy opfordrede til at tænke energirigtigt.

Beskrivelse af løsningen:
Opvarmning sker ved 2 stk. kondenserende A-mærket Viessmann kedel med samlet ydelse på 325 kW og modulerende matrix brændere placeret i skur på parcellen. Varme fordeles via almindelig fordelingsrør i jord. Fordelingsrør opfylder minimumskrav, men ikke yderligere. Det samlede varmetab for rørene er beregnet til 9,9 kW. Hver bolig forsynes med individuel varmvandsbeholder.
Norm-nyttevirkningsgrad: 109 % .Forventet levetid: min 20 år.

Fordele og ulemper ved denne løsning:
Ved at have en enkelt kedel til opvarmning af de 36 boliger og 36 varmtvandsbeholdere vil man oftest opnå en mere jævn udnyttelse af kedlen og en drift ved højere virkningsgrad, end der kan opnås ved en decentral opvarmningsløsning.
Udgiftsmæssigt er det en fordel, at der kun er 1 kedelcentral der skal serviceres, frem for 36 kedler.
Ulempen ved den centrale løsning er, at der vil være et varmetab til jorden i fordelingsledningerne. Da varmtvandsbeholdere er placeret i boligerne, vil det være nødvendigt med en forholdsvis høj fremløbstemperatur for tilstrækkelig opvarmnings af brugsvand. Den samlede beholderkapacitet vil desuden være større end ved en central beholder.
Det lave energiforbrug til husene, betyder at varmetabet til jorden udgør en forholdsvis stor del af forbruget.
Varmetabet i fordelingssystemet er beregnet til 9,9 kW. Beboernes forbrug indtil nu peger på, at de vil få et varmeforbrug på ca. 30.000 m3 naturgas/år. Varmetabet til fordelingsledningerne vil dermed udgøre omkring 26% af deres forbrug.
Pris; løsningen koster under 500.000 kr., hvilket svarer til mindre end 13.000kr/bolig. En decentral løsning med kedel i hver bolig, anslås at koste mindst 22.000 kr./bolig

4.4.2 Sikaleddet – decentral løsning

Sikaleddet består af 11 seniorboliger og 16 andelshuse opført af Kuben.

Udgangspunkt:
En central løsning blev anbefalet. Forslag gik på at installere en kondenserende kedel i fælleshus og herfra forsyne beboere med vand og varme. Varmefordelingssystemet ville fortrinsvis kunne ligge inden for bygningers klimaskærm. Kuben har ikke været interesseret i at samarbejde med DONG Energy omkring en løsning.

Beskrivelse af løsningen:
Hver bolig er forsynet med en Vitrix Zeus fra Immergas. Kondenserende modulerende gaskedel med indbygget varmtvandsbeholder. Termostatstyret gulvvarme.
Norm-nyttevirkningsgrad: 106 %. Forventet levetid: min 20 år.

Fordele og ulemper ved denne løsning.
Ved at installere en kedel i hver bolig sikrer man, at hver boligejer har fuld kontrol over sin installation. Såfremt en kedel lider nedbrud, vil det kun have betydning for den ene boligejer. Der er ved denne løsning ikke noget unødigt varmetab fra fordelingsrør, da varmen produceres på stedet.
Da forbruget til opvarmning forventeligt er lille grundet varmetabskravet til byggeriet, vil kedlen i høj grad skulle producere varme til opvarmning af brugsvand. Det betyder at det en stor del af tiden vil være svært for kedlen at opnå kondenserende drift.
Økonomisk vil der være en større udgift til service og vedligehold af 27 kedler i forhold til en centralløsning.
Kedelfabrikanten er ikke kendt i Danmark, hvilket kan medføre, at det kan være vanskeligere at fremskaffe reservedele og få service på kedlen.
En stikprøve på forbruget viser at varmeforbruget i boligerne ligger mellem 537 og 785 m3/naturgas pr bolig, svarende til ca. 6700 kWh/år.

4.4.3 Egernleddet – decentral løsning

Egernleddet består af 90 ejerboliger opført som klyngehuse af Arkitektgruppen. Heraf 52 som 2 plans rækkehuse og 38 som dobbelthuse.

Udgangspunkt:
Der har været afholdt møde med Arkitektgruppen og Rambøll i Odense vedr. kædehusene. De arbejdede med en løsning med individuelle kedler. Forskellige kedelfabrikater er blevet diskuteret.

Beskrivelse af løsningen:
Opvarmning primært gulvvarme. Huse med første sal har radiatorer på denne sal undtaget toilet.
Hver bolig er forsynet med en Vailant Ecotec pro 13 kW og en varmt vandsbeholder Vailant VIH CB75 på 68 l.
Norm-nyttevirkningsgrad: 106 %Forventet levetid: min 20 år.
Desuden ventileres med Nilan Comfort 300.

Fordele og ulemper ved denne løsning.
Ved at installere en kedel i hver bolig sikrer man, at hver boligejer har fuld kontrol over sin installation. Såfremt en kedel lider nedbrud, vil det kun have betydning for den ene boligejer. Der er ved denne løsning ikke noget unødigt varmetab fra fordelingsrør, da varmen produceres på stedet.
Da forbruget til opvarmning forventeligt er lille grundet varmetabskravet til byggeriet, vil kedlen i høj grad skulle producere varme til opvarmning af brugsvand. Det betyder at det en stor del af tiden vil være svært for kedlen at opnå kondenserende drift.
Økonomisk vil der være en større udgift til service og vedligehold af 90 kedler i forhold til en centralløsning.
En stikprøve på forbruget viser at varmeforbruget i boligerne ligger mellem 500 og 700 m3/naturgas pr bolig, svarende til ca. 6600 kWh/år pr bolig.

4.4.4 Hareleddet - fjernvarmeløsning

Hareleddet er opført som ultra lavenergi-huse med et nettorumvarmebehov på 15 kWh/m²/år og består af rækkehuse opført af KAB Almennyttig byg. 65 lejligheder.

Udgangspunkt:
Efter et møde, blev det besluttet at opføre 3-4 varmecentraler med fælles varmtvandsbeholder til at forsyne blokkene. DONG levere kondenserende kedler (væghængte er mest relevant her), varmtvandsbeholder, ekspansionsbeholdere osv. til centralerne. Kedelcentralers størrelse og placering er fastlagt.

Desuden blev det overvejet at afprøve en kombinationsløsning med varmepumpe og kedel på en af blokkene, som eksempel på afprøvning af ny teknologi. Denne løsning betyder en mindre kedel, og et langt mindre varmetab til jord.

Den oprindelige løsning foreslået til rækkehusene på Hareleddet bestod af en kedelcentral til hver række. På den måde, ville man opnå fordele i driften, men undgå for mange fjernvarmeledninger i jorden. DONG Energy har bidraget ved at beregne kedelstørrelser, varmetab, beholder størrelser med mere.

Beskrivelse af løsningen:
Parcellen blev senere også tilbud at blive tilsluttet fjernvarmenettet, der opføres i forbindelse med fase 2 og har valgt denne løsning. Varmtvandsproduktionen foregår i 4 centrale varmtvandsbeholdere af 800 l fordelt over parcellen
.
Fordele og ulemper ved denne løsning:
Umiddelbart har det været problematisk for Hareleddet at vælge en opvarmningsløsning, som planmæssigt hører til en anden etape af byggeriet.
Løsningen har været at leje en mobilvarmecentral, som består af en container med et oliefyr og afgangsrør, der kan sluttes direkte til det fordelingsnet, der er lavet på parcellen til fjernvarmeløsningen.
Denne midlertidige løsning, har naturligvis nogle ulemper i det, man skal afsætte plads til en container, og sørge for jævnlig oliepåfyldning. Yderligere er løsningen ikke i tråd med den energi- og miljørigtige ide for området.
Den endelige løsning har fleree fordele.
Det vil være hensigtsmæssigt for en optimal drift af fjernvarmesystemet, at få tilsluttet så mange aftagere som muligt. Varmen fra dette fjernvarmesystem er planlagt til at skulle produceres på en eller anden form for biobrændsel, som er helt i tråd med det energi- og miljørigtige koncept for Stenløse syd. Det er desuden nemt og vedligeholdelsesfrit for beboerne.
Fjernvarmesystemet har som de øvrige centrale løsninger også den ulempe, at der vil være et vidst varmetab til jorden.

4.4.5 Mårleddet. Delvist decentral løsning

Mårleddet består af 8 punkthuse. I alt 90 boliger bygget som etagehus.
Opføres af Atrium3 og Arkitetkhuset

Udgangspunkt:

Efter møde mellem Arkitekthuset og DONG Energy er det aftalt, at Dong Energy dimensionere og levere kedelcentraler til Mårleddet. Mårleddet afventer stadig byggegodkendelse, hvorfor oplysninger om varmecentraler ikke er endelige.

Beskrivelse af løsningen:

1. Hver bolig får en selvstændig varmtvandsbeholder Type ARO steelline på 85 l.

Mulige løsninger varmeforsyning:
Hver punkthus får en selvstændig varmecentral med en kedel type Viessmann Vitocrosall 200 som har en effekt på til 87 kW. Norm-nyttevirkningsgrad: 109%. Forventet levetid: min 20 år.
Eller

2. Punkthusene sluttes til fjernvarmesystemet via de allerede etablerede rørsystemer. Der anlægges en boosterstation i form af en højeffektiv gaskedel, til at hæve tilgangstemperaturen i de situationer hvor varmebehovet er størst.

Fordele og Ulemper ved disse løsninger.
Ad1)Løsningen er på mange måder fin, da de mellem 9 og 12 lejligheder der findes i hvert punkthus, vil opnå fordele ved en central løsning. Dvs. bedre kedeludnyttelse, samt lave service omkostninger. Samtidig vil fordelingsledningerne befinde sig indenfor klimaskærmen, så varmetab til jord undgås.

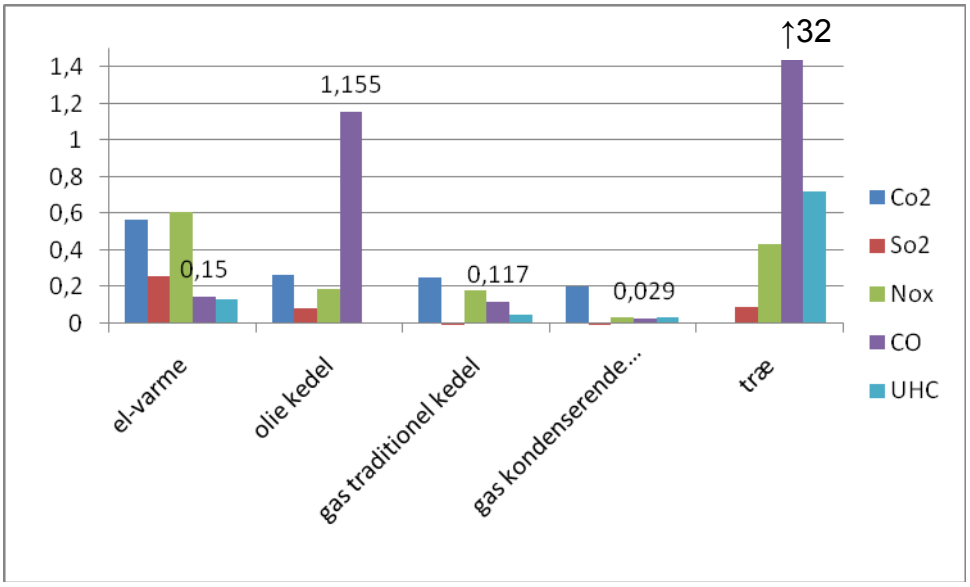
Investeringen i en kedel pr 9-12 enheder, vil være væsentlig mindre end ved en decentral løsning. Selve kedlen koster omkring 50.000 kr., hvor 10 individuelle kedler i anskaffelse vil koste omkring 200.000 kr.
Ulemper kan være, at ejere skal finde en fælles vedligeholdelsesløsning for ejendommen.

Ad. 2)Tilslutning til det kommende fjernvarmenet vil være en fordel for både net og forbrugere. Ved den foreslåede løsning vil der kun skulle etableres en kedelcentral og der er derfor langt færre vedligeholdelsesomkostninger, ligesom anlægsinvesteringen forventes at være væsentlig lavere. Ved at anvende varmen fra fjernvarmenettet nedsættes emissionen desuden, da gassen kun skal anvendes i mindre omfang til boosting af temperaturen når varmebehovet er størst.
Der mangler dog at blive afklaret nogle forhold om hvordan udgifterne til dette system skal fordeles.

4.5 Emissionsforhold. Anvendte teknologier overfor dagens normal.

De vigtigste emissioner og deres effekt er:
Kuldioxid CO2 = Øget drivhuseffekt
Uforbrændt kulbrinte UHC = Øget drivhuseffekt,fotokemisk luftforurening
Kvælstofoxider NOx =Forsuring, overgødskning
Kulilte CO= Fotokemisk luftforurening

Figur 4.1 angiver en sammenligning mellem emissionerne fra de forskellige opvarmningsformer inden for boligopvarmning.



Figur 4.1 Emissionsammenligning g/kWh for forskellige opvarmningsformer. C02 i 0,001g/kWh (Kilde: Energinet.dk, DGC folder: Naturgas – Energi og miljø)

Som det fremgår, vil opvarmning af boligen ved en kondenserende kedel som gennemsnit betragtning være en miljømæssig fordel sammenlignet med de konventionelle opvarmningsformer.

5 Målinger/evaluering

5.1 Målte energiforbrug

Kommunens krav til boligernes nettoenergiforbrug til rumvarme var relateret til beregninger med beregningsprogrammet BV98, som skulle foreligge ved ansøgning om byggetilladelse. Der blev ikke stillet krav om at energiforbrugene efterfølgende skulle måles og rapporteres. EFP-projektet har derfor på forskellig måde forsøgt at samle måledata for det første års energiforbrug for de forskellige hustyper for at kunne danne sig et billede af, hvordan det så er gået. For enfamiliehusenes besluttede man at oprette et område på hjemmesiden www.stenløsesyd.dk hvor de enkelte boligejere selv kunne indtaste data for deres energiforbrug. For tæt-lav bebyggelsen blev der rettet forespørgsel til administrator for varmecentralen (Hjorteleddet), og for de øvrige blev gennemført individuelle interviews.

Imidlertid skal de målte energiforbrug til rumopvarmning for begge kategorier tages med det forbehold, at det drejer sig om energiforbrug for det første år efter opførelsen, dvs. det kan medgå en hel del energi til udtørring af konstruktionerne. Den energimængde, der går til udtørring, vil relativt udgøre en større andel i et lavenergibyggeri end i et standardbyggeri – hvis nettobehovet til rumvarme halveres, vil den relative andel til udtørring fordobles – og dermed blive af ret stor betydning. I Tyskland regnes med et fordoblet energiforbrug pga. udtørring det første 1½-år for passiv huse, hvilket passer godt med tidligere tiders tommelfingerregel om 25-50 % højere energiforbrug pga. udtørringen - hvor procenten var af et mindst dobbelt så højt energiforbrug.

Alligevel kan de målte energiforbrug give en idé om, hvorvidt de opførte boliger nu også kan betegnes som lavenergiboliger. Syv enfamiliehuse har indberettet energi- og vandforbrug for det første år. De indberettede data er samlet i tabel 5.1.

Tabel 5.1 Målt varmeforbrug i enfamiliehusene

Hus nr.	Samlet varmeforbrug m³/år	Bebygget areal, m2	Rumvarme, kWh/m2/år	Vand-forbrug m3/ år	Elforbrug, kWh/år
Rådyrleddet2	2024	251	71,7		10932
Rådyrleddet8	920	152	49,6	145	5300
Rådyrleddet9	1882	300	52,0	151	9015
Rådyrleddet17	764	183	28,9	64	4048
Rådyrleddet19	996	144	59,1	40	11708
Rådyrleddet21	900	138	54,7	79	3992
Rådyrleddet29	1278	171	65,2	102	9926

*Der er fratrukket 17 kWh/m^2/år for antaget varmt vands forbrug

Fire af boligerne på Sikaleddet har oplyst deres første årsafregning fra HNG.
Tallene lyder som følger:

Hus nr.	forbrug m³	kWh
A	612	6732
B	785	8635
C	537	5907
D	500	5500

dvs. de fordeler sig om et gennemsnit på 6700, men med relativt stor spredning.

For Egernleddet er gennemsnittet ligeledes beregnet på grundlag af oplysninger fra fire beboere.

For tæt-lav bebyggelserne er energiforbrugene angivet samlet i tabel 5.2

Tabel 5.2 Målt varmeforbrug i tæt-lav bebyggelserne

Bebyggelse	Gennemsnitligt forbrug pr bolig, kWh/år	Bolig arealer - (gennemsnit), m^2	Beregnet behov, kWh/m^2	Faktisk gennem-snitligt forbrug, kWh/m^2
Hjorteleddet	6875	79-132 (103)	23-29	49
Sikaleddet	6700	94-110 (102)	29,6	48
Egernleddet	6600	117-125(121)	28,4-29,7	40

*Der er fratrukket 17 kWh/m^2/år for antaget varmtvands-forbrug – og for Hjorteleddet er beregnet varmetab i jord (ca. 25 %) fratrukket.

For begge boligkategorier er der tale om stor spredning, dog specielt for enfamiliehusene. Regnes der groft med et øget energiforbrug det første år pga. udtørring mv. på mellem 50 % og en fordobling skal nettorumvarmebehovet befinde sig i intervallet 45-60 kWh/m²/år for tæt-lav bebyggelserne og mellem 51-68 kWh/m²/år for enfamiliehusene. Det ses, at for alle tre tæt-lav bebyggelser er dette tilfældet. For enfamiliehusene gælder at ét hus ligger under intervallet med 28,9 kWh/m²/år og ét ligger over med 71,7 kWh/m²/år. Som det også er set i andre bebyggelser er den store spredning på nettorumvarmeforbruget fulgt at en ligeså stor spredning på vandforbrug og elforbrug. Vandforbruget varierer fra 40-151 m³/år og elforbruget fra ca. 4 000 til næsten 12 000 kWh/år – dvs. i begge tilfælde med mindst en faktor 3. Det er værd at bemærke (og i øvrigt også observeret i andre undersøgelser) at huset med lavest nettorumvarmebehov også ligger blandt de laveste for både vandforbrug og elforbrug.

5.2 Økonomi

Byggerierne i Stenløse Syd er opført af en række forskellige entreprenører og arkitekter. En forespørgsel om merprisen for lavenergitiltag til et udvalg af disse har givet følgende svar: Som tommelfingerregel koster det 4-5 % ekstra at bygge lavenergihuse til hvad der svarer til den nuværende lavenergiklasse 2. I Stenløse Syd kostede et enfamiliehus typisk 2.000.000 DKK og merprisen var på ca. 75.000-100.000 DKK for lavenergidelen. F.eks. nævner en entreprenør en merpris på ca. 100.000 for et hus på ca. 150 m². De fleste enfamiliehuse i Stenløse Syd er på mellem 150 og 250 m². Ved en simpel beregning svarer det til merpriser på mellem 400 og 666 kr. per m² for lavenergitiltagene.

I Erhvervs- og Byggestyrelsen regner man med følgende "officielle tal": LAV2 koster 300 kr/m^2 ekstra og LAV 1 koster 700 kr/m^2 ekstra i forhold til et hus bygget efter bygningsreglementet. Disse tal svarer til de beregninger der er foretaget af Cenergia [1] baseret på beregninger af SBi [2]. Baseret på erfaringerne fra Stenløse Syd bør disse merpriser således opjusteres med 30-50 %. Det er dog velkendt af byggepriser er afhængig af mange omstændigheder, som ikke direkte er relateret til opnået lavenergi-niveau.

6 Erfaringer / konklusioner

6.1 Erfaringer mht. klimaskærmen

6.1.1 Klimaskærmsløsninger

Ydervægge
De fleste af husene er opført med skalmur og har bagvæg i enten letklinker helvægselementer, porebeton eller tegl. Isoleringstykkelserne for disse typer ydervægskonstruktioner ligger mellem 125 og 300 mm svarende til U-værdier på hhv. 0,280 W/m^{2}K og 0,110 W/m^{2}K. Isoleringstykkelsen for tunge ydervægge i lavenergibyggeri bør være mindst 200 mm, hvilket er tilfældet i de fleste af byggerierne. For de lette ydervægsløsninger er det kun den bærende del af væggen, der skal understøttes, og derfor er anbefalingen for lette ydervægge, at isoleringstykkelsen er mindst 250 – 300 mm.

Loftkonstruktioner
Der anvendes U-værdier på hhv. 0,12 W/m^{2}K og 0,065 W/m^{2}K. De største isoleringstykkelser på over 400 mm er oftest indblæst granulat, formentlig fordi det kan være vanskeligt rent praktisk at komme til i forbindelse med de større isoleringstykkelser. Indblæst mineraluld har typisk en lidt højere varmeledningsevne end batts pga. konvektionen og ofte vælges at indblæse et 10-15 % tykkere lag for at kompensere for dette samt for risikoen for sætninger. Til gengæld er den lettere at arbejde med, når der er tale om meget store tykkelser. Isoleringstykkelsen skal normalt være så stor som muligt, idet omkostningerne ved at øge isoleringstykkelsen typisk er meget begrænset.

Terrændækkonstruktioner
Alle terrændækkonstruktioner i bebyggelsen er traditionelle løsninger med betondæk og underliggende isolering med U-værdier mellem 0,15 og 0,080 W/m^{2}K. Isoleringstykkelsen bør være mindst 220 mm isolering eventuelt kombineret med et lag letklinker. Hvis der er gulvvarme i huset vil det være en fordel at forøge isoleringstykkelsen, idet varmetabet gennem terrændækket ellers bliver uforholdsmæssigt stort.

Vinduer
U-værdierne for vinduer/døre varierer fra lige under 1,0 W/m^{2}K til omkring 2,0 W/m^{2}K. Det er nødvendigt at overveje, hvor langt man kan gå ned i U-værdi, uden at der opstår risiko for udvendig kondens. Risikoen herfor vil hænge sammen med husets udhæng samt øvrige skyggegivere. Overtemperaturer som følge af solindfald kan være et stort problem i lavenergihuse, idet man ifølge de danske beregningsregler indregner temperaturer over 26 °C som et kølebehov. Derfor bør det ligeledes overvejes i hvert enkelt tilfælde, hvorvidt der er behov for solafskærmning, så overtemperaturer helt kan undgås.

6.1.2 Kuldebroer og lufttæthed

Kuldebroer
En kuldebro forøger transmissionstabet og nedsætter yderligere overfladetemperaturerne og kan dermed skabe dårligt indeklima, hurtigere tilsmudsning og risiko for fugtskader. Som et eksempel er kuldebroer i fundamentskonstruktioner forsøgt minimeret i alle husene. Det er tydeligt, at der er fokus på at reducere kuldebroerne ved at føre isoleringen fra ydervæggen ned i fundamentet, men desværre opnår man i visse tilfælde en "kortslutning" af isoleringen i fundamentet, idet dækkets hjørne (som ligger af på oversiden af fundamentet) næsten gennembryder hele isoleringstykkelsen imellem letklinkerblokkene.
Lufttæthed

Især lufttætheden er afset meget opmærksomhed – ikke alene i projekteringsfasen, men også under husenes opførelse. Det hænger sammen med, at stor lufttæthed, som er lig med ringe infiltration, er ønskelig for dels at begrænse ventilationstabet til det, der knytter sig til det kontrollerede friskluftskifte dels at opnå en god effektivitet på de installerede varmevekslere til genvinding fra afkastluften. Utætheder kan direkte virke som en "kortslutning" af genvindingen. Alle husene er kontrolleret med en blower-door test. Husene er generelt fint lufttætte.

6.2 Varmeanlæg

Visionerne for de energitekniske løsninger i projektet viste sig at være vanskelige at indfri. I praksis var der ikke markedsmodne fremtidsteknologier, som hang sammen økonomisk og driftsmæssigt.

Den gasdrevne varmepumpe blev aldrig tilgængelig. Afprøvning var på tale på Hareleddet, som endte med at vælge fjernvarmeløsningen.
Der blev desuden afholdt en række møder med kedelfabrikanterne, for at afdække deres formåen og prisniveau inden for hjemmeautomatik. Konklusionen på disse møder er dog, at automatikken/prisforholdet ikke er attraktivt for en parcelhusejer. Firmaerne havde generelt selv svært ved at ”sælge ideen” i forhold til en almindelig parcelhusejer. Fordelene ligger pt mest ved VVS´eren, som kan få besked vedr. service. Automatikken er forholdsvis primitiv og kan også være forbundet med forskellige årlige udgifter til datakommunikation. Forbrugerens muligheder ligger mest i at have mulighed for at lave kurver over sit forbrug v.ha opsamlede data.

B.A.T. løsningerne har alle bestået af kondenserende kedler i samspil med et varmevekslende ventilationssystem. På enkelte småparceller er der yderligere installeret en varmepumpe. Installationspriserne for disse løsninger er forholdsvis store, i forhold til varmebehovet i bygningerne.

Generelt har installationerne været problemfrie. Desværre er varmeinstallationerne i stor udstrækning stadig lav-interesse område. Bygherre ønsker blot at opfylde minimumskrav, for så få omkostninger som muligt. Den optimerede teknik, indgår ikke som en salgparameter der er attraktiv nok.

Hvor småparcellerne blev købt af selvbyggere, var der generelt interesse for at lave energiløsningerne så optimale som muligt.

At kravene til byggeriet alene har omfattet bygningerne, betød at der ikke kom fokus på varmetab i fordelingsledningerne ved decentrale varmecentraler. Mellem 1/3 og ¼ af varmeforbruget går dermed til fordelingstab, på trods af forholdsvis korte rørstrækninger. Vi har alene haft mulighed for at optimere centralerne, da etablering af fordelingsledninger er op til bygherre.

Dimensionering af kedelkapacitet blev meget afhængig af antallet af varmtvandsbeholdere og den nødvendige effekt hertil. Bygherre ønskede generelt at levere en varmt vandsbeholder til hver bolig. Fremadrettet vil et større fokus på samspillet mellem varmtvandsbehov og forsyningsløsning være en fordel.

Af det indkomne materiale fremgår det, at anvendelse og forståelse af ventilationsvirkningsgrader i forhold til beregningerne og forståelse af anlæggets virkningsgrad, ikke har

været gode nok. Der er brug for en vejledning til, hvilken virkningsgrad der skal anvendes til beregning, når anlæggets virkningsgrad angives ved et spænd.

6.3 Håndværkermøde - om kuldebroer og utætheder

En del evalueringer foretaget på lavenergibebyggelser opført i såvel Danmark som Sverige har vist at i nogle tilfælde ødelægges de gode intentioner af manglende kvalitet ved udførelsen. Med andre ord: De opførte huse brugte mere energi end beregnet på grund af byggefejl, der primært kommer til udtryk som kuldebroer og utætheder.

For at undgå at det samme skulle blive tilfældet i Stenløse Syd var kommunens byggesagkyndige ingeniør, Reza Rad, ofte på byggepladsen for at kontrollere byggerierne under opførelsen. Entreprenører og håndværkere på stedet vænnede sig hurtigt til denne ekstra kontrol og endte med at sætte pris på at der var "lige ret for alle".

Endvidere afholdt kommunen et håndværkermøde, hvor konsekvensen af dårligt udført håndværk blev præsenteret i form af et power-point understøttet foredrag af kommunens byggesagkyndige medarbejder og hvor EFP-projektets øvrige medarbejdere desuden deltog for at kunne besvare spørgsmål fra de fremmødte entreprenører og håndværkere. Foredragets illustrationer viste meget tydeligt hvordan blower-door tests og termografi afslørede små og store byggefejl, såsom uhensigtsmæssig kabelføring, gennembrydninger af dampspærren, flytning af isolering - uden at lægge den tilbage, utætheder ved fundamenter, osv. Foredraget var en succes - deltagerne blev tydeligt opmærksomme på at det som de måske nogen gange vurderede som "småting" kunne have stor betydning for et lavenergihus. Et udpluk af foredragets illustrationer er medtaget i bilag 10.2.

7 Formidling

Projektet er løbende formidlet via projektets hjemmeside samt ved talrige besøg med forevisninger på Stenløse Syd området og foredrag rundt om i landet. Endvidere ved interviews med pressen og i form af artikler til fagbladene. Ved projektets afslutning er udarbejdet to vejledninger - en om bygningskonstruktioner og en om varmeanlæg. Herunder en kort omtale af projektets hjemmeside, samt en oversigt over den alsidige formidling Stenløse Kommune og senere Egedal Kommune har stået for.

7.1 Projektets hjemmeside

En del af formidlingen omkring projektet er foretaget med hjemmesiden www.stenlosesyd.dk. På hjemmesiden er grundideerne omkring projektet beskrevet, ligesom der er en lavet en side til erfaringer og gode råd. På denne side findes de i bilag 10.1 viste tjeklister for lavenergi og for varmeanlæg. Listen over producenter af egnede vinduer, som ses i afsnit 10.3 er blevet løbende opdateret på hjemmesiden, når der undervejs kom nye producenter til. En tilsvarende liste eksisterer for byggefirmaer der kan opføre lavenergi klasse 1 huse. Listen, som den ser ud dags dato, findes i bilag 10.4. Begge lister opdateres løbende, så der konstant tilføjes og slettes efterhånden som leverandører og købere gør sig erfaringer.

På hjemmesiden findes desuden en samlet henvisning til de artikler der er skrevet omkring projektet. Ligesom der findes relevante links, for bygherre, der skal i gang med at opfylde energikravene til byggeriet.

Byggegrunden har fra byggestart og til nu desuden kunne følges via luftfotos på hjemmesiden. I figur 7.1 og 7.2 ses eksempler på billederne. Figur 7.1 er det første luftfoto der er taget af grundene. Yderligere fotos ses på hjemmesiden.

Figur 7.1. Byggegrunden Stenløse syd fase 1. oktober 2005

Figur 7.2. Byggegrunden Stenløse syd, 1. juli 2007

Ud over den offentligt tilgængelige del af hjemmesiden, er der oprettet en lukket del, hvor der kræves password for anvendelse. Her har de enkelte ejere/lejere mulighed for at indtaste deres forbrugsdata for varme, vand og el.

7.2 Formidling og medieomtale af Egedal Kommunes energiindsats og Stenløse Syd

Over de sidste 3 år har medierne bragt flere end 100 unikke omtaler af Egedal Kommunes projekt i Stenløse Syd.

Omtalen spænder fra lokal debat med læserbreve i Ugenyt (7 stk.) og Frederiksborg Amts Avis (12 stk.) til en artikel i den berømte Wall Street Journal.

Anerkendelsen fra Rockwool prisen, besøget af det grønlandske hjemmestyremedlem Kim Keilsen, Anders Fogh Rasmussens besøg samt Stenløse Syd projektets betydning for ændringerne i planloven er blandt de mest omtalte vinkler i dagspressen.

Omtale i temaartikler, reportager og artikler om Stenløse Syd er bragt i 30 dagbladsmedier samt i 20 forskellige fagblade.

Udover den trykte presse har BBC radio samt den italienske TV station RAI med 4 millioner seere til programmet Superquark bragt indslag fra Egedal Kommunes projekt i Stenløse Syd.

Senest har 30 journaliser fra forskellige dele af den russiske presse besøgt bebyggelsen og flere har meldt deres besøg, bl.a. fra Kina og Tjekkiet.

Der er i formidlingsindsatsen sat et særligt fokus på den organisatoriske og politiske proces, som i Stenløse (nu Egedal) Kommune har ført frem til beslutningen om opførelse af lavenergibyggeri. Virkemidlerne i denne proces har været en kombination af Planstrategien, Agenda 21 strategien og et lovkrav om strategisk miljøvurdering af alle planer, som har fysiske konsekvenser.

Projektet har således målrettet en del af formidlingen mod landets kommuner for at synliggøre de muligheder og begrænsninger, der foreligger for at kommuner kan fremme udbredelsen af lavenergibyggerier. En fjerdedel af landets kommuner har hidtil været på besøg i Stenløse/Egedal Kommune for at se og høre om projektet.

8 Projektets videreførelse

Da Stenløse Kommune skulle i gang med at udstykke og sælge byggegrundene i de følgende etaper af Stenløse Syd var de nye tillæg med skærpede energikrav til Bygningsreglementet, som havde været annonceret i et stykke tid, ved at blive indført. Det drejede sig dels om indførelse af energirammebegrebet, som samtidigt introducerede en skærpelse i standardkravet i forhold til de eksisterende krav og dels om introduktion af de to lavenergiklasser, lavenergiklasse 2 og lavenergiklasse 1 - defineret i relation til det nyindførte energirammebegreb. Ved vurdering af rentabilitet i investering i energiforbedringer skulle der nu sammenlignes med et lavere udgangspunkt, hvorved nettoenergibesparelsen blev mindre. Desuden var det oplagt at definere kravene til nybyggeriet ud fra de to lavenergiklasser, som nu var en veldefineret del af Bygningsreglementet.

På basis af de positive erfaringer fra første etape valgte Kommunen at fortsætte med at stille krav til energiforbruget (samt regnvandsopsamling, forbud mod brug af PVC og trykimprægneret træ) for de følgende etaper. At stille krav om opførelse af byggeri som lavenergiklasse 2 var ikke en mulighed, da det i realiteten ville svare til en reduktion af kravet

i forhold til de første etaper. Energiøkonomien ved opførsel af lavenergiklasse 1 blev ringere end for lavenergibyggeriet i første fase (primært pga. af et ca. 25 % lavere udgangspunkt – de skrappere krav i Bygningsreglementet, som nævnt ovenfor). På den baggrund besluttede kommunen at stille krav om byggeri opført som lavenergiklasse 1 og samtidigt – i samarbejde med Cenergia – at søge om midler fra EU til et demonstrationsprojekt, hvorved bygherrerne kunne få et kontant tilskud fra EU, således at den beregnede tilbagebetalingstid kunne bringes ned på et acceptabelt niveau (14-15 år). Ideen var at søge om midler i det såkaldte CONCERTO - program, der bevilger tilskud til "communities", der kan defineres som større, sammenhængende bebyggelser. Endvidere var kravene til et CONCERTO - projekt at det skulle kombinere:

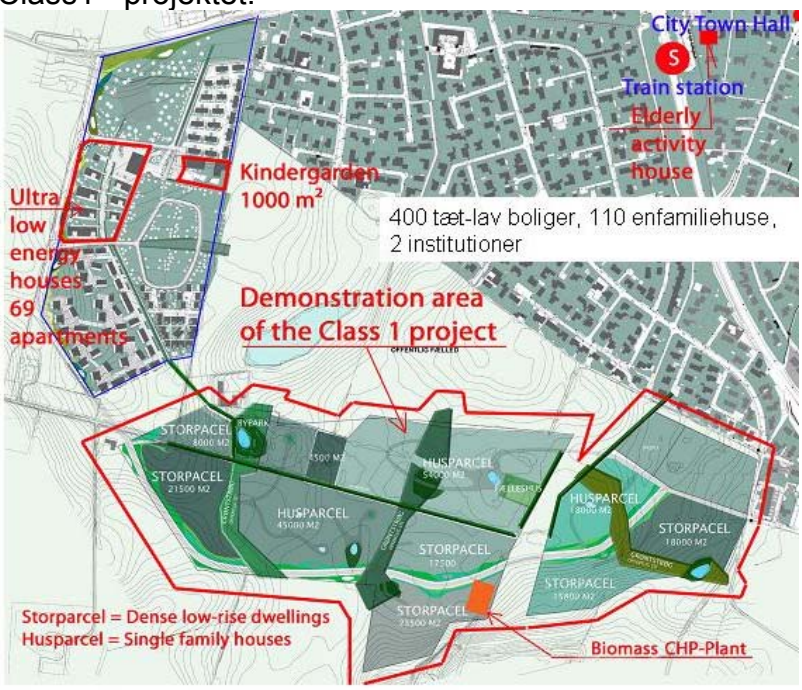
• Energibesparelser og vedvarende energi
• Forskning, udvikling og demonstration
• Bidrag fra forskellige lande
• Uddannelse og formidling

EU's CONCERTO program bevilgede per 1. November, 2007 projektet med titlen Cost-effective Low-energy Advanced Sustainable So1utions - CLASS 1. Projektet omfatter mere end 400 boliger, samt en børnehave og et ældrehus. For at opnå en høj forsyningsandel fra vedvarende energi er der planlagt opførsel af et kraftvarmeanlæg baseret på biobrændsel. Tæt-lav bebyggelserne forsynes med varme fra dette anlæg og de øvrige bygninger skal opvarmes med varmepumper.

Projektet har deltagere med fra Frankrig, Italien, Estland og Rumænien og en del af ideen i projektet er at de deltagende kommuner i hver af disse landes skal delagtiggøres i erfaringerne fra Stenløse Syd.

Der er oprettet en hjemmeside for Class1 - projektet, hvor der kan læses om de forskellige forsknings- og udviklingsaktiviteter der er defineret for projektet - www.class1.dk.

Figuren herunder viser et oversigtskort over området og byggerierne, der er omfattet af Class1 - projektet.



9 Referencer

1. Mørck, Ove. ”Reduceret energiforbrug til rumopvarmning i nyudstykningen Stenløse Syd i Stenløse Kommune -meromkostninger, rentabilitet og varmeforsyning.” – Juli 2004. Cenergia Energy Consultants – arbejdsrapport for Stenløse Kommune.

2. Aggerholm, Søren. ”Energibesparelser i nybyggeriet”. 2000. By og Byg Dokumentation 006

10 Bilag

10.1 Tjeklister

Undervejs i projektet udarbejdedes to tjeklister – en for lavenergibyggeri og en for varmeanlæg. Disse er desuden blevet anvendt som materiale for udarbejdelsen af to foldere, som er trykt i et mindre oplag og desuden kan downloades fra hjemmesiden. De to tjeklister er medtaget herunder.

10.1.1 Tjekliste for lavenergibyggeri

<u>Planlægning og projektering</u>

Bygning

- Tilknyt både arkitekt og ingeniør fra starten af projektet
- Brug en kompakt og enkel bygningsform (fx uden kviste)
- Koncentrer rummene med de tekniske installationer og afsæt plads til teknikken
- Husk plads til ventilationskanaler
- Undgå kuldebroer i konstruktionerne og anvend lufttætte konstruktioner
- Planlæg evt. brug af solvarme til det varme brugsvand
- Bestem isoleringstykkelsen af klimaskærmen, så varmebehovet til rumopvarmning og ventilation er maksimalt på 34 kWh/m2/år
- Beregn en energiramme med BV98 og check, at den overholder de ønskede specifikationer - og optimerer samtidig vinduerne, med hensyn til type, størrelse, rammer og de skyggede arealer
- Større glaspartier skal som hovedregel vende mod syd
- Anvend så korte rørlængder som muligt (både koldt og varmt vand samt kloak) samt god isolering af installationer fx rør, varmtvandsbeholder plus kedel

Ventilation med varmegenvinding

- Brug kortest mulig ventilationskanaler, glatte indvendige overflader, bløde bøjninger og en lufthastighed, som ikke overstiger 3-4 m/s. Inkluder mulighed for målinger og justeringer. Træf forholdsregler mod brand og lydgenerering. Sørg for god adgang til rengøring.
- Placer ventilationsaggregat plus varmeveksler ved klimaskærmen og varmefladen indenfor klimaskærmen. Temperaturvirkningsgraden skal være større end 70%. Aggregat kabinet skal være isoleret (termisk og akustisk). Aggregat samt komponenter og kanal system skal være lufttæt. Indblæsning og udsugnings åbninger skal placeres så kortslutning undgås. Den elektrisk effektivitet (SEL) skal mindst opfylde kravene i de nye energibestemmelser i bygningsreglementet

- Forsyn ventilatorerne med reguleringsmuligheder og overvej yderligere muligheder i køkken og baderum
- Forsyn emhætter med en høj emopfangningsevne. Emhætter bør have et effektiv fedtfilter

Generelt

- Sørg for, at elektriske og sanitære rørgennemføringer i klimaskærmen udføres luft-tæt og isoleret
- Brug lavenergiapparater og -udstyr

Udførelse

- Skemalæg inspektioner undervejs i byggeriet
- Kontroller derved konstruktionsdetaljer mens det er muligt: f.eks. at isoleringen bliver lagt kontinuerligt, og at kuldebroer undgås
- Kontroller at eventuelle lednings- og rørgennemføringer (gennem dampspærren) er korrekt udført og forseglet
- Få udført en tæthedsprøve med en Blower-Door Test
- Sørg for indregulering af ventilationen, afbalancer indblæsning og udsugning og mål elforbruget
- Kontroller at rørene er isolerede

Vær ved materialevalg af ovenstående komponenter opmærksom på, at der ikke må anvendes PVC.

Litteratur

BPS katalog 111: Typiske detaljer - lavenergibyggeri
BPS katalog 120: Bygningsintegreret solenergi
SBI anvisning 189: Småhuse
By og Byg Resultater 026. Lavt elforbrug til ventilation. Gode råd i projekteringsfasen.
SBI anvisning 208: Beregning af bygningers varmebehov
DS 452: Termisk isolering af tekniske installationer

10.1.2 Tjekliste til gasfyrede varmeanlæg

Planlægning og projektering

Gaskedel og varmtvandsbeholder

- Tilknyt vvs-installatøren/ingeniør fra start.
- Planlæg placering af målerskab og rørføring fra målerskab til gaskedlen.
- Overvej placering af kedlen, helst inden for klimaskærm, fx i bryggers.
- Planlæg evt. udendørs og indendørs naturgasledninger til andre gasforbrugende apparater end gaskedel (fx gaskomfur, gaspejse, terrassevarmer, gasgrill).
- Overvej solvarme som supplement til gaskedel.
- Vælg gaskedel med den rigtige kedeleffekt.
- Vær opmærksom på følgende:
- Kedlens minimumydelse skal være mindre end husets dimensionerende varmetab.

- Kedlens maksimale ydelse skal være større end husets dimensionerende varmetab og sammen med varmtvandsbeholderen kunne dække varmtvandsbehovet jf. vandnormen (se ref.1)
- Kedlen bør have varmtvandsprioritet
- Husk, at anvendelse af solvarme har betydning for fastlæggelse af kedeleffekt. For anlægsopbygning og dimensionering, se ref. 2, 3, 4.
- Sørg for at gaskedlens nyttevirkning opfylder BR-kravene: mindst 96 pct. ved fuldlast og mindst 104 pct. ved 30 pct. dellast. Bemærk, at A-mærkede kedler opfylder disse krav (se energimærkningsordning for gaskedler på www.dgc.dk).
- Tjek, om der er indbygget klimastyring (ikke nødvendig ved ren gulvvarme).
- Sørg for, at varmtvandsbeholderens størrelse passer til varmtvandsbehovet (se ref. 5).
- Sørg for at ekspansionsbeholderen har en passende størrelse i forhold til varmeanlægget (se ref. 9).

Varmerør og varme brugsvandsrør

- Placer rørene inden for husets klimaskærm.
- Vær opmærksom på, at rørene har en passende størrelse (ref. 6).
- Fastlæg rørenes minimum isoleringstykkelse (se ref. 7).
- Både arkitekt og ingeniør skal have afsat plads til rør og rørisolering.

Varmeanlæg: gulvvarme

- Gulvvarme giver den bedste energiudnyttelse i samspil med kondenserende gaskedel (se ref. 7 og 8).
- Sørg for, at gulvvarmen er opdelt i en kreds for hvert rum og med individuel styring af hvert rum (se ref. 8).
- Husk, at gulv med gulvvarme skal have ekstra isolering i forhold til almindeligt gulv (mindst ca. 260 mm isolering i terrændæk for at opfylde krav til minimum isolering i det nye BR).
- Styringen bør være brugervenlig for optimal udnyttelse af anlægget.

Varmeanlæg: radiatorer

- Varmeanlægget bør være 2-strengs (se ref. 6).
- Husk, at radiatorerne skal have en passende størrelse i forhold til BR-krav om middeltemperatur på maksimum 55 oC (ved en udetemperatur på -12 oC) og afkøling på 15 °C (se ref. 6 og radiatorkataloger).
- Radiatorvarmeanlægget skal være tilpasset den kondenserende gaskedel (se ref. 10).
- Husk klimastyring.

Varmeanlæg: kombination af radiator og gulvvarme

- Se punkterne under varmeanlæg: gulvvarme og varmeanlæg: radiator.
- Kombineres gulvvarme og radiatorer, skal der være klimastyring og shunt (se ref.8).
- For at udnytte gratisvarme fra bl.a. solindfald og personer i de rum, hvor gulvvarme er indstøbt i betongulve, kan man overveje at supplere gulvvarme med radiatorer. Gulvvarme kan indstilles til at holde en rumtemperatur på 17-18 oC, og radiatorer kan klare resten.

Udførelse

- Kontroller, mens det er muligt, at der er plads til lodret balanceret aftræk.
- Kontroller, mens det er muligt, at der er afløb til kondensat fra kedel.
- Husk, at til kondensatudledning fra kedlen skal anvendes materialer, som er bestandige over for surt kondensat (se ref. 11).
- Kontroller, mens det er muligt, at gasrør til andre gasforbrugende apparater er lagt/indstøbt i gulv, og at der er plads til evt. gasstik (GR-A).
- Tjek, at varmerør og varme brugsvandsrør er isoleret langs hele strækningen fra kedel/beholder til gulvvarmerør/tapningssteder.
- Gulvvarme - sørg for, at rørene fra fordelingsanordning og frem til hver kreds er isoleret passende og hver for sig.
- Gulvvarme – husk, mens det er muligt, at kontrollere, at der er passende randisolering (mindst 30 mm og opefter) for at forhindre kuldebroer fra facade til betongulv.
- Husk rumtermostater i hvert rum til regulering af rumtemperatur.
- Sørg for indregulering af kedel og gulvvarmeanlæg (se ref. 8).

Reference

1: Norm for vandinstallationer DS 439, 3. udgave, 2000
2: DGC-vejledninger nr. 17
3: DGC-vejledninger nr. 18
4: DGC-vejledninger nr. 19.
5: DGC-vejledning nr. 46
6: DGC-vejledning nr. 16
7: DGC-vejledning nr. 48 (er endnu ikke opdateret i forhold til den nye BR)
8. DGC-vejledninger nr. 43
9: DGC-vejledning nr. 6
10: DGC-vejledning nr. 37
11: DGC-vejledning nr. 49
12: Bygningsreglement for småhuse
13:Gasreglement A
14: DGC-notat ”Valg af kedelstørrelse i forhold til husets dimensionerende varmetab”.
Alle DGC-vejledninger findes på www.dgc.dk

10.2 Illustrationer fra foredrag ved håndværkermøde

Følgende illustrationer er uddrag fra en PowerPoint-præsentation udarbejdet af og præsenteret ved håndværkermødet af kommunens byggesagkyndige ingeniør Reza Rad.

BR tillæg 12, § 8,stk.4

Generelt:

Nyhed: Krav til bygningers lufttæthed

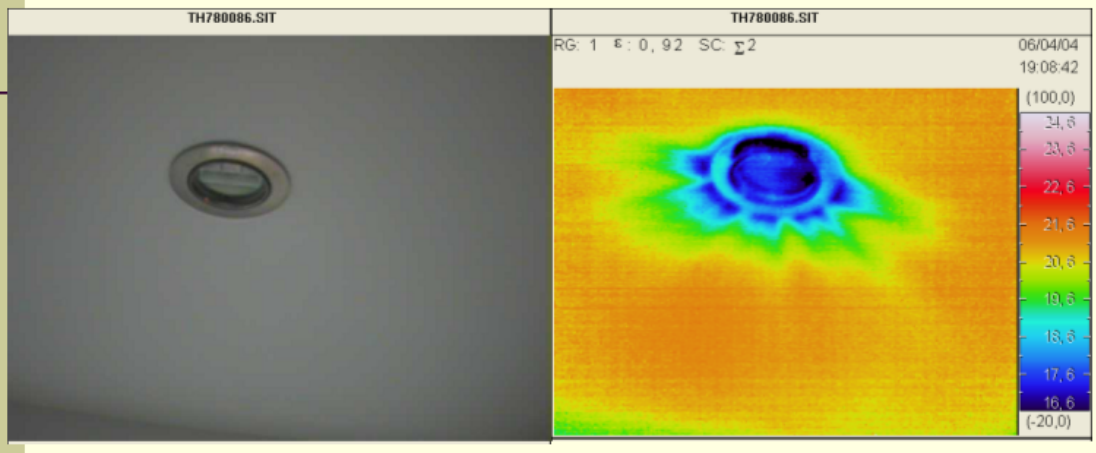
Luftskiftet må ikke overstige 1,5 l/s pr. m2
(opvarmet etageareal)
ved 50 Pa.

Hvor skal vi være mest opmærksomme?

- El-installationer
- El målerkasse
- Gas målerkasse
- Vinduer
- Skunke
- Loft-lemme
- Skorstene
- Emhætter
- Aftrækskanaler

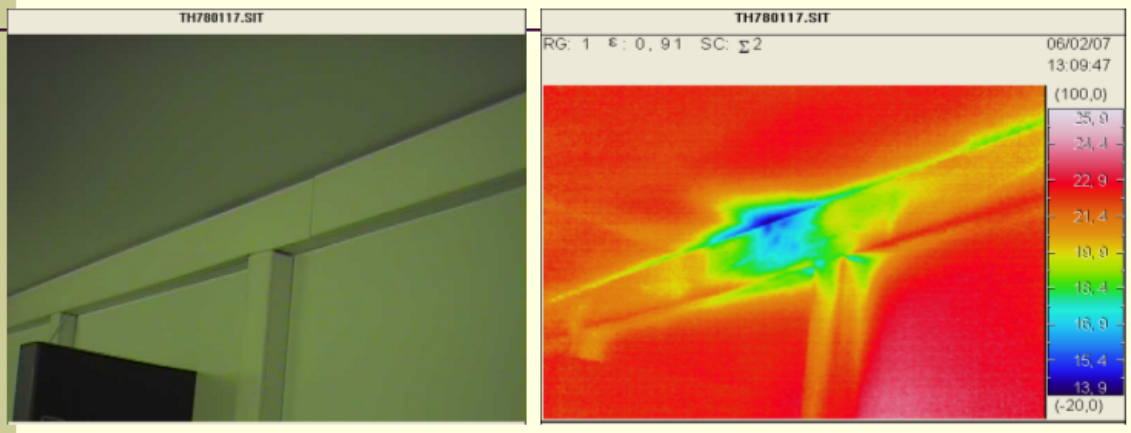
- Bjælkelag/kip
- Isolering af loft
- Placering af søjler/bjælke
- Samlinger ved fundament/gulv
- Opmuring af fundamenter
- Gennembrygning af ydervægge
- Installationer gennemført i hulmur
- Isolering af ydervægge

EL-installationer



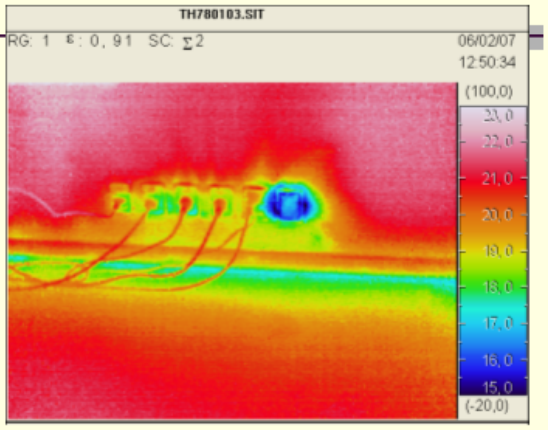
•Dampspærren er gennembrudt.

El- Kabelføring



•Hul i ydervæggen ej tætnet.

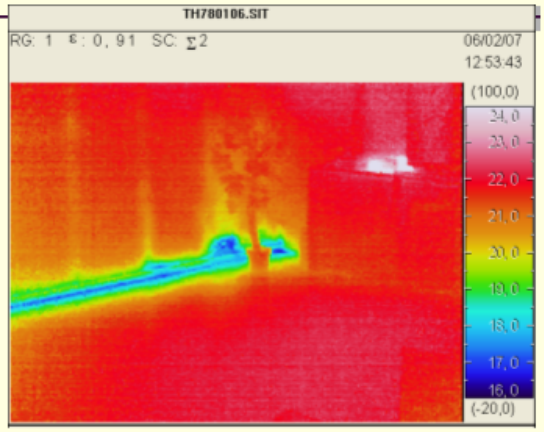
EL-stikkontakt



Stikkontakter ser pæne ud.

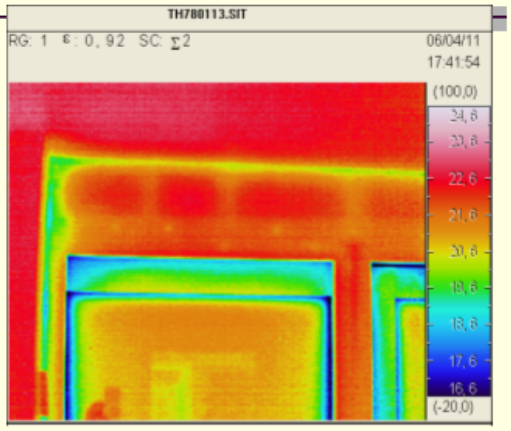
Og dog, mindst én alvorlig utæthed konstateres.

Samlinger ved ydervægge



Vær opmærksom på samlinger!

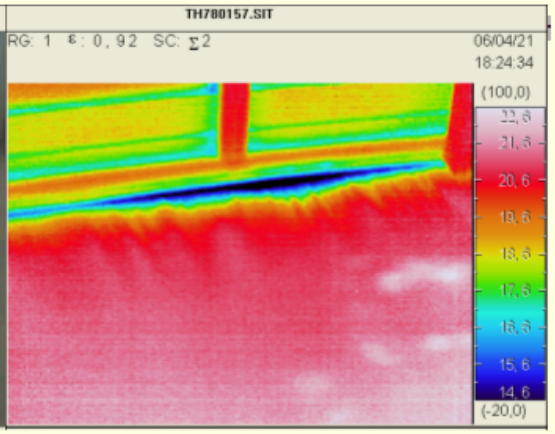
Vinduesoverlægger



Virker som kuldebro.

Tætningen ikke udført korrekt.

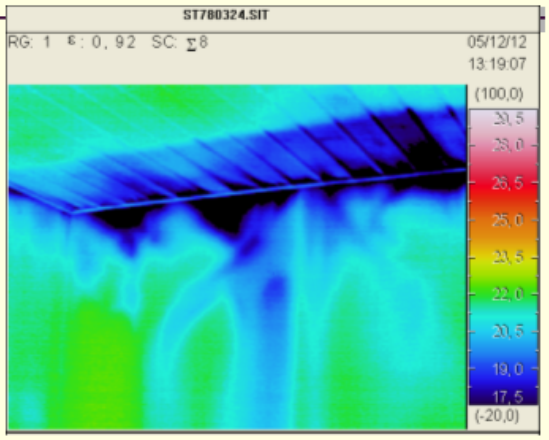
Døre/bundlister



Virker som kuldebro.

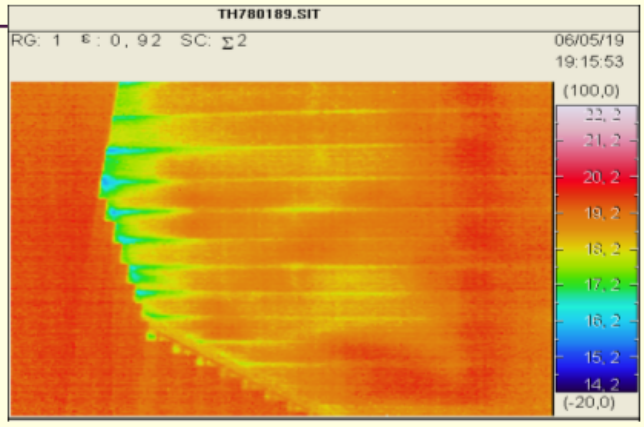
Tætningen ikke udført korrekt.

Isolering af loftsrum



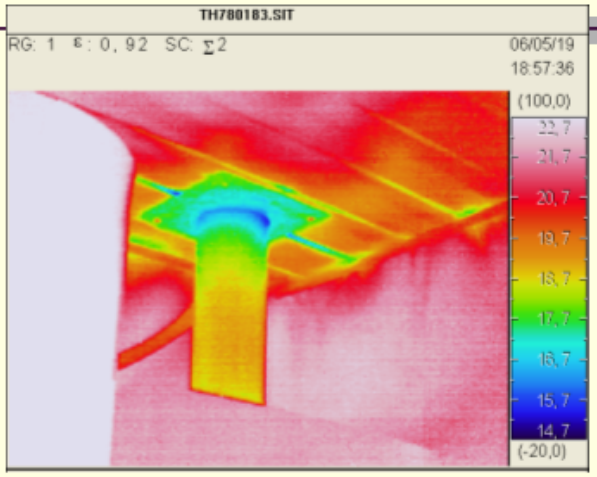
Man har "glemt" at lægge et lag isolering på loft ved gavlen

Loft



Der er gennemtræk over vinduespartiet og taget. Sandsynligvis fordi dampspærren er ikke afsluttet korrekt.

Aftrækskanaler



Utæt taggennemføring

10.3 Liste over vinduer til lavenergibyggeri

Producent Rev. 08.august 2007	Typebetegnelse	Lag vinduer (antal)	Varm kant	g-værdi	U-værdi
Bøjsø døre og vinduer A/S Højagervej 5-7 6623 Vorbasse Tlf.: 75333344 post@bejsoe.dk www.boejsoe.dk	SK-2-2 (koblet trævindue med integreret forsatsrude)	3	Nej	0,66	1,35
	T-1-1 (thermovindue i træ)	2	Ja	0,74	1,41
Glasalu Darumvej 87-89 6700 Esbjerg Tlf.: 75130322 www.glasalu.dk	Hansen Fenster (therm, fast felt)	3	Ja	0,46	0,8
HSHansen Bredgade 4 6940 Lem Tlf.: 96751100 www.hsh.dk	Hansen millennium (dreje/kip m. skjult ramme)	3	Ja	0,46	0,9
DFE – Dansk Facade Entreprise Hjortevej 3 7800 Skive Tlf.: 87509500 www.d-f-e.dk	Hansen Fenster (Therm, dreje/kip)	3	Ja	0,46	0,9
Vrøgum A/S Industrivej 1 6840 Oksbøl Tlf.: 76541111 www.vrogum.dk	Klosterhede Ewitherm 0,8	3	Ja	0,53	0,8
	Klosterhede 0-energi 1	3	Ja	0,53	0,8
	Klosterhede 0-energi 1	3	Ja	0,53	0,91
	Klosterhede 0-energi 1	3	Ja	0,53	1,1
KASTRUP Plastvinduet Mosevej 40 7500 Holstebro Tlf.: 97421500 Fax: 97423000 plast@kastrupvinduet.dk www.kastrupvinduet.dk	REHAU Clima-design Hovedprofiler er udført i PVC og dette vindue kan derfor ikke anven-des i Stenløse Syd	3	Ja	0,50	0,79
	REHAU Brillant Design Hovedprofiler er udført i og dette vindue kan	3	Ja	0,50	0,85

	derfor ikke anvendes i Stenløse Syd				
	REHAU Brillant Design Hovedprofiler er udført i PVC og dette vindue kan derfor ikke anvendes i Stenløse Syd	3	Ja	0,50	0,97
	REHAU Brillant Design Hovedprofiler er udført i PVC og dette vindue kan derfor ikke anvendes i Stenløse Syd	2	Ja	0,65	1,3
VELFAC A/S Ribovej 5 6959 Ringkøbing Tlf.: 96755200 velfac@velfac.dk www.velfac.dk	V200 (med indvendig fortsatsramme) Indvendig glasliste på ramme er udført i PVC og dette vindue kan derfor ikke anvendes i Stenløse Syd	3 (+1)	Nej	0,46	0,78
	V200 Indvendig glasliste på ramme er udført i PVC og dette vindue kan derfor ikke anvendes i Stenløse Syd	3	Ja	0,47	1,00
	V200 Indvendig glasliste på ramme er udført i PVC og dette vindue kan derfor ikke anvendes i Stenløse Syd	3	Ja	0,47	1,20
	V200 Indvendig glasliste på ramme er udført i PVC og dette vindue kan derfor ikke anvendes i Stenløse Syd	2	Ja	0,52	1,48
Vildbjerg Vinduet Aps Bredgade 52A 7480 Vildbjerg Tlf.: 97131823 www.vildbjerg-vinduet.dk	Vildbjerg Vinduet (Fast felt, fyr)	3	Ja	0,47	0,77
	Vildbjerg Vinduet (Fast felt, mahogni)	3	Ja	0,47	0,87
	Vildbjerg Vinduet (Topstyret fyr)	3	Ja	0,47	0,90
	Vildbjerg Vinduet (Topstyret mahogni)	3	Ja	0,47	0,96
	Vildbjerg Vinduet (Topstyret fyr)	2	Ja	0,61	1,35
	Vildbjerg Vinduet (Topstyret mahogni)	2	Ja	0,61	1,41
PRO TEC vinduer	Seven 36mm	3	Ja	0,46	0,76

Nybovej 34 7500 Holstebro Tel.: 97413077 Pro-tec@pro-tec.dk www.protecvinduer.com	Seven 36mm	3	Nej	0,46	1,00
	Classic Afstandsprofil mellem alu og træ i ramme er udført i PVC og dette vindue kan derfor ikke anvendes i Stenløse Syd	3	Ja	0,46	1,21
	Seven 36mm	2	Nej	0,50	1,25
	Classic Afstandsprofil mellem alu og træ i ramme er udført i PVC og dette vindue kan derfor ikke anvendes i Stenløse Syd	3	Ja	0,45	1,47
	Classic Afstandsprofil mellem alu og træ i ramme er udført i PVC og dette vindue kan derfor ikke anvendes i Stenløse Syd	2	Ja	0,50	1,53
Vipo Vinduer A/S Håndværkervej 3 7770 Vestervig Tlf. 97941455 www.vipo.dk	TS1-11 Optiwin (fra Østrig)	3	Ja	0,52	0,74
	DK1-11 Vipo Vinduer	2	Ja	0,63	1,4
Krone Vinduer A/S Aalborgvej 570 Harken 9760 Vrå Tlf.: 96242860 kb@kronevinduer.dk www.kronevinduer.dk Beregninger er foretaget Jvf. ISO CE 10077-2	Super Lav energi Træ/Alu fast	3	Ja	0,52	0,73
	Super Lav energi Træ/Alu opluk	3	Ja	0,52	0,84
	Malet fyrretræ med fast karm	3	Ja	0,52	0,82
	Malet fyrretræ med fast karm	2	Ja	0,63	1,25
	Malet Fyrretræ med opluk	3	Ja	0,52	0,93
	Malet Fyrretræ med opluk	2	Ja	0,63	1,30
	Maghoni Fast	3	Ja	0,52	0,85
	Maghoni Fast	2	Ja	0,63	1,28
	STD. Træ/Alu vinduer med opluk	3	Ja	0,52	1,15
	STD. Træ/Alu vinduer med opluk	2	Ja	0,63	1,45

10.4 Liste over byggefirmaer der kan opføre Lavenergiklasse 1 huse

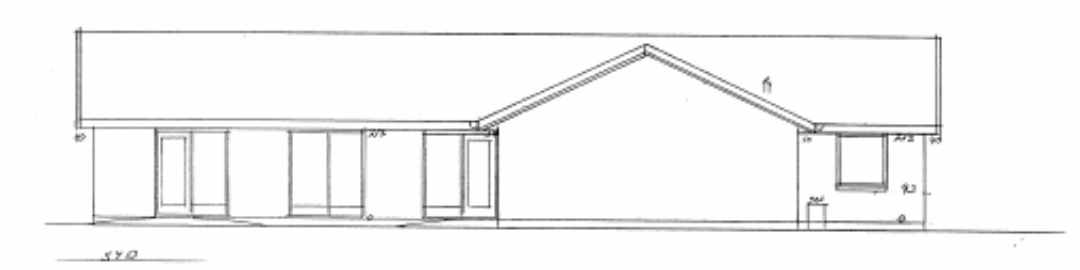
(ikke udtømmende)

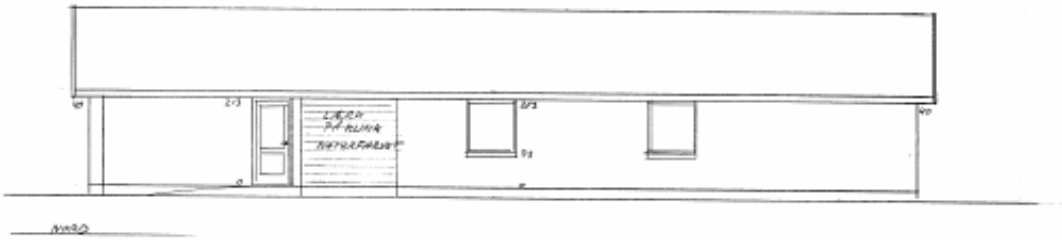
Firmanavn	Tlf.nr.	Web-adresse
Bias Arkitekter	2323 1675	www.biasarkitekter.dk
Bovik Træhuse	7023 7104	www.bovik.dk
boZ	8696 33 33	www.boz.dk
Bülow & Nielsen	4576 7877	www.bn-hus.dk
CanDan Cedar Imports	7027 8285	www.candan-cedar.com
Danhaus Bolig A/S	7614 7070	www.danhaus.dk
Eurodan-huse	7023 7388	www.eurodan-huse.dk
Frydkjær	7023 4344	www.frydkjaer.dk
GRØNNELYKKE	7022 1042	www.gronnelykke.dk
Helle-Huse (Sjælland)	7015 3068	www.hellehuse.dk
HHM A/S	4825 3300	www.hhm.dk
Hjem A/S	7022 1707	www.hjemas.dk
HM-Huse	7462 4533	www.hmhuse.dk
Hornsherredhus A/S	4640 3488	www.hornsherredhus.dk
House Arkitekter	3524 1102	www.Housearkitekter.dk
HS Byggeentreprise ApS	4738 3895	www.hs-byggeentreprise.dk
ISO-BYG	2838 0363	www.isobyg.dk
Arkitektfirmaet Jacob Jensen	7555 4711	www.jacobjensen.dk
Jely Huse A/S	3918 2000	www.jely.dk
Lind & Risør	4332 2000	www.lr-hus.dk
Nielsen & Rubow as Arkitekter	3369 1122	www.tnr.dk
MAA, AA-huse		www.aa-huse.dk
REFORM arkitekter	7023 2300	www.reform.nu
Sitka Bjælkehuse A/S	7582 6195	www.sitka.dk
Skare byg A/S	75526911	www.skarebyg.dk
Skovbo Huse A/S (Sjælland)	7026 8600	www.skovbohuse.dk
SR-DESIGN A/S	5575 2323	www.sr-design.dk
Svanholm Træ og ØkoByg	4756 6622	www.ecobyg.dk
Timber House	3337 9888	www.timber-house.com
Thyholm Murer A/S	9787 1555	www.thyholmhuse.dk
Trelleborg A/S (Sjælland)	4817 7528	www.trelleborg.dk
Valbæk & Brørup Arkitekter	3011 9900	www.vb-arkitekter.dk

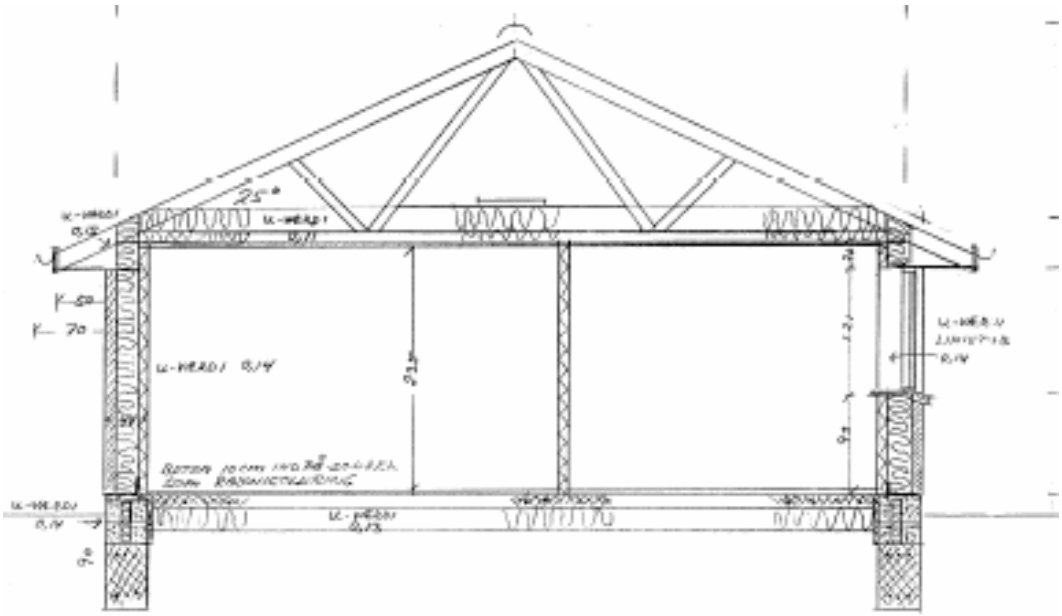
10.5 Beskrivelser af bygninger og systemer

Beskrivelse af bygninger og systemer

Ejendomsadresse	**Rådyrleddet 1**



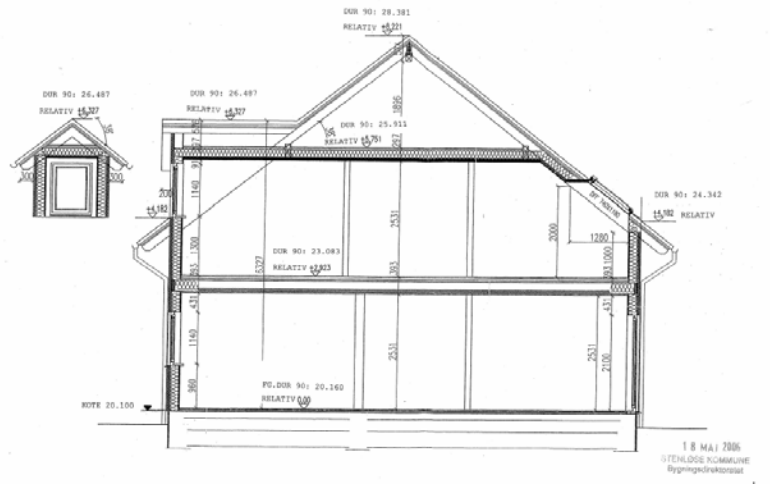


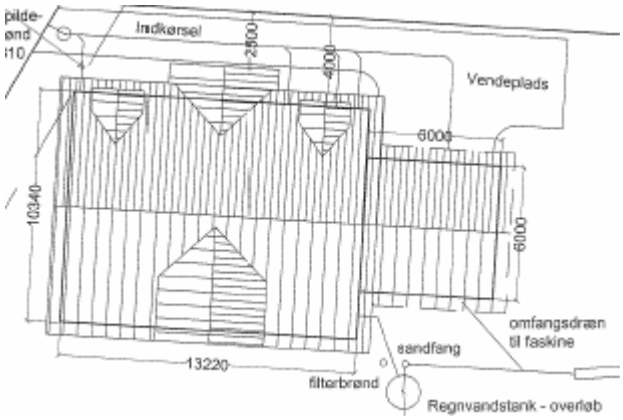


Entreprenør	Pera Byg, Mellemtoften 4, 4040 Jyllinge		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	182		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	110 mm tegl 225 mm isolering 100mm leca	225	0,145

	helvægselementer		
Tag + loft	Vingetegl 325 mm isolering	325	0,106
Terrændæk	trægulv/klinker 100mm betondæk 225mm Sundolitt	225	0,131
Vinduer/dør + type (navn)	Vinduer med 2 lags optitherm glas 1.1 Vindues/dør areal er 24,22 m^2 svarende til 13 %		0,72 – 2,96
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,142
Ydervæg/vinduer			0,143
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Gas opvarmning med kondenserende gaskedel til gulvvarme overalt. Gulvvarme i alle rum – styret med rumtermostater og motorventiler.		
Ventilation – beskrivelse	Mekanisk ventilation Nilan Comfort 300 + med varmegenvinding.		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type	Comfort 300+		
Ventilations virkningsgrad (%)			
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	21,2		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning	1,7		
Termografering			
Andet			

Ejendomsadresse	**Rådyrleddet 2**

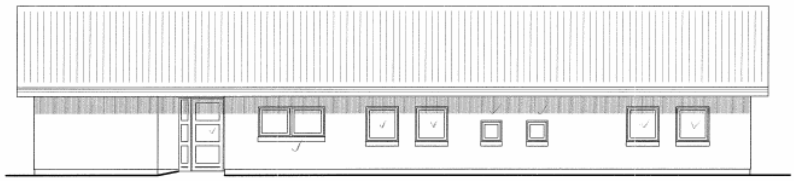


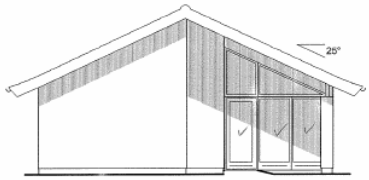


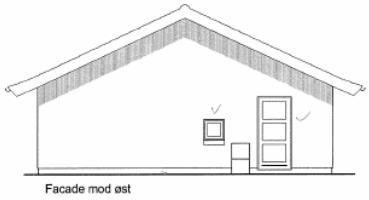
Entreprenør	Danwood Plus
	(m^2)
Opvarmet etageareal	251
	(1, 1½ etc.)

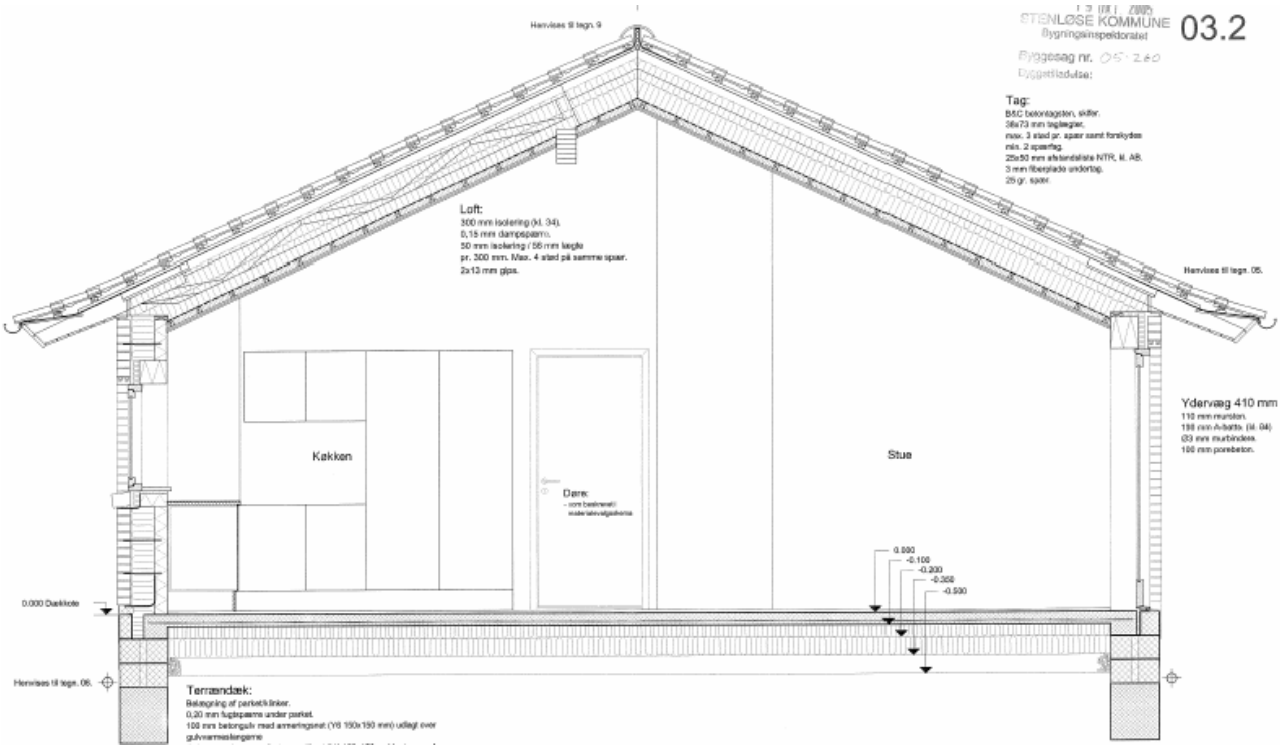
Plan	2		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isolerings-tykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	Puds 70 mm isolering 180 mm isolering 12 mm krydsfinerplade 13 mm gips	250	0,17
Tag + loft	1) Tagsten Loftsrum 180 mm isolering 50 mm isolering Loftsbeklædning 2) Loft 50 mm isolering 330 mm isolering Loftsbeklædning	430 330	0,08 0,13
Terrændæk med gulvvarme	Trægulv 150 mm betondæk 220 mm Sundolitt 150 mm Sundolitt	370	0,09
Vinduer/døre + type (navn)	Polar fönster AB KFI Vindues/dør areal er 52 m^2 svarende til 22,1 %		1,8
Linjetab			**W/mK**
Fundamenter			0,14
Vinduer og Døre			0,03
Teknik			
Opvarmning – beskrivelse	Gasfyr – gulvvarme		
Ventilation – beskrivelse (hvor stor: kW, type,)	Mekanisk ventilation - Nilan VP 18		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type, effektivitet	I beregningen er genvinding sat til 0,8		
Ventilations virkningsgrad (%)	80		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	26,8		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning	1,8		
Termografering			
Andet			

Ejendomsadresse	**Rådyrleddet 3**





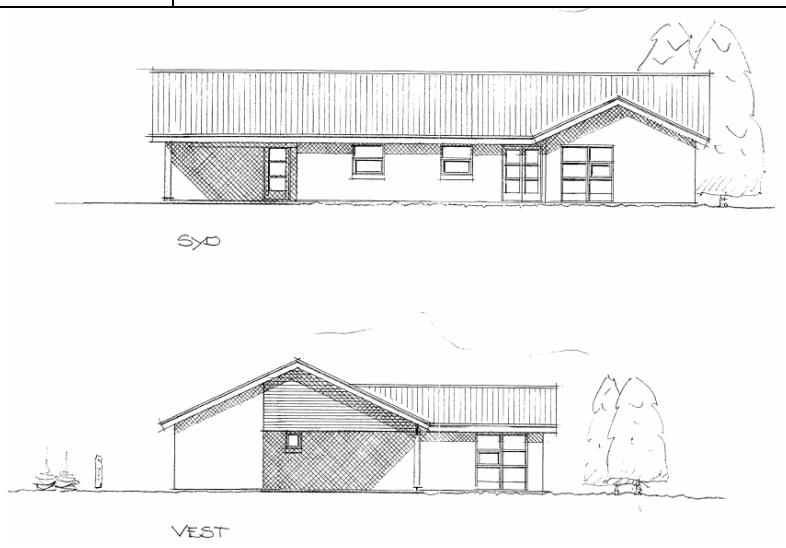


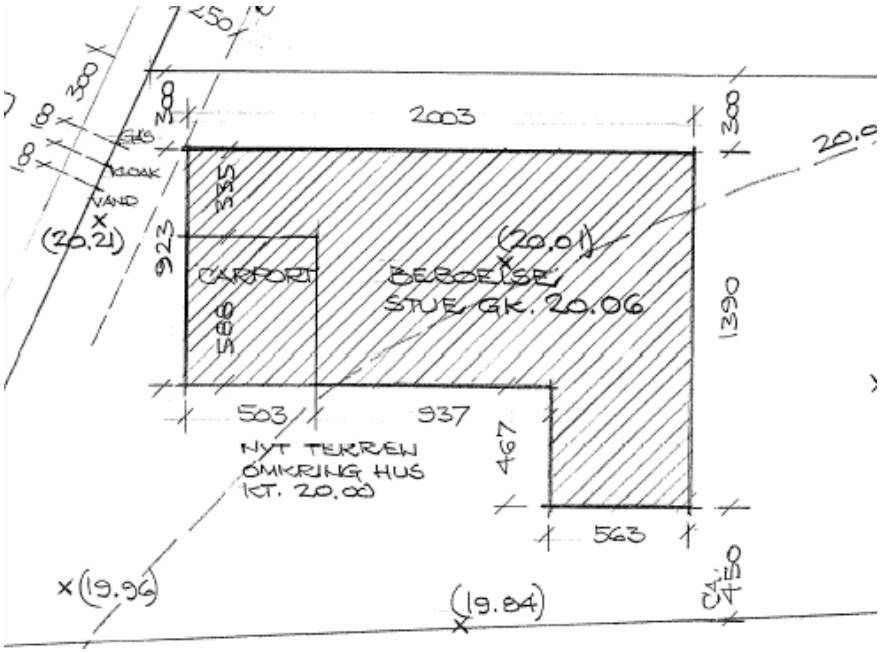


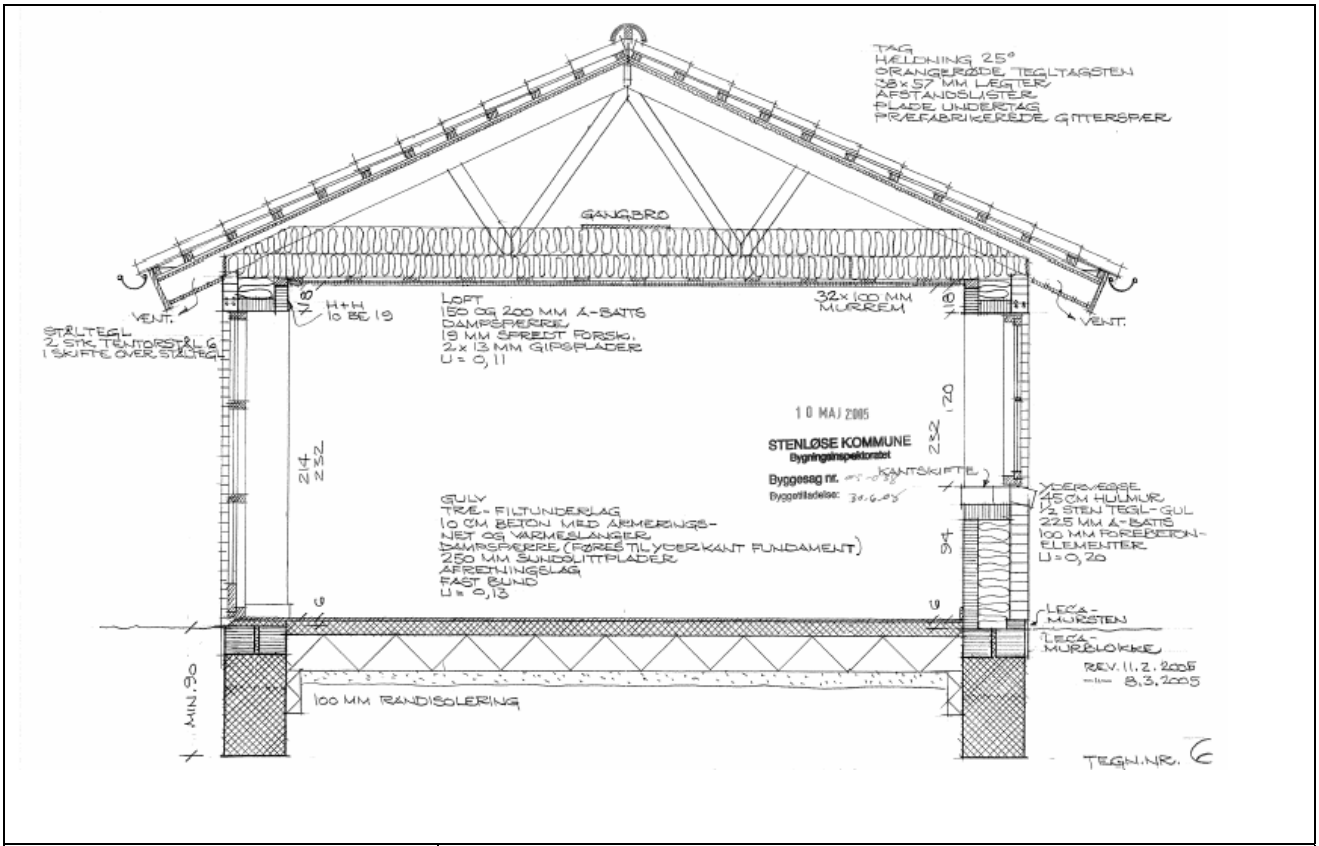
Entreprenør	Bülow og Nielsen, Sydmarken 42, 2860 Søborg
	(m^2)
Opvarmet etageareal	167

	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	110 mm mursten 190 mm A batts 100 mm porebeton	190	0,156
Tag + loft	Skifer Loftrum 300 mm isolering Dampspærre 50 mm isolering 2 x 13 mm gips	350	0,11
Terrændæk	Gulvvarme Gulvklinker/trægulv 100 mm betondæk 250 mm ThermiSol EPS 150 mm letklinker	250	0,09
Vinduer/dør + type (navn)	Rationel Domus–lavenergi 1,1 Vindues/dør areal er 38,1 m^2 svarende til 22,8 %		1.49 – 1,68
Linietab			**W/mK**
Linietab fundamenter			0,14
Linietab ydervæg/vinduer			
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Gasfyr Gulvvarme i alle rum – Wirsbro termostatstyret gulvarme med rumtermostat på væg		
Ventilation – beskrivelse	Mekanisk ventilation Nilan Comfort 300 med tilhørende varmtvandsbeholder		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type			
Ventilations virkningsgrad (%)			
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	33		
	($l/s/m^2$)		
Tæthedsprøvning	1,48		
Termografering			
Andet			

Ejendomsadresse	Rådyrleddet 4



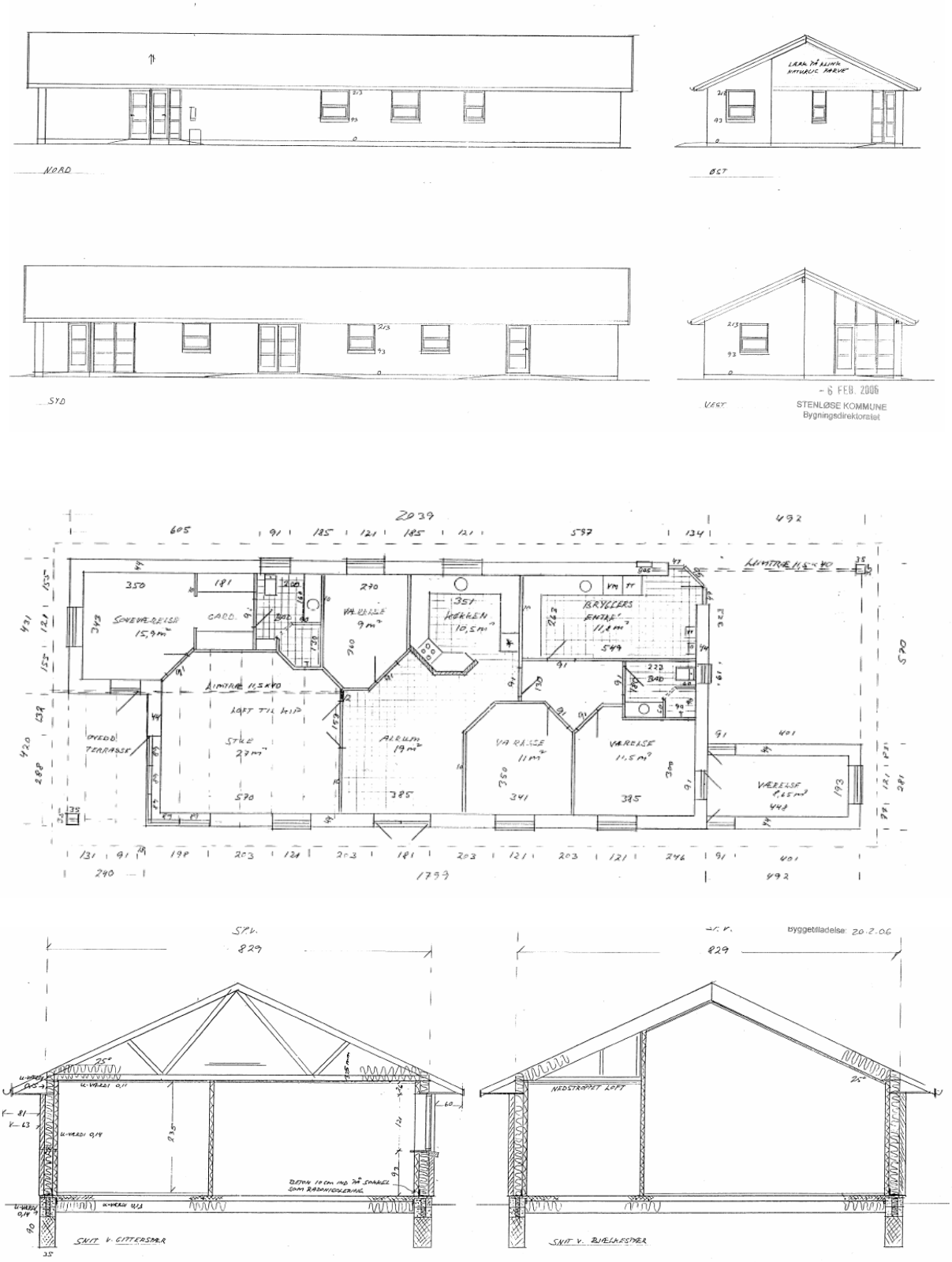




Entreprenør	A-BYG v Henrik Andersen		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	182		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isolerings-tykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	110 mm tegl 225 mm isolering 100 mm porebeton	225	0,19
Tag + loft	350 mm isolering	350	0,13
Terrændæk med gulvvarme	Gulvklinker 100 mm betondæk 250 mm Sundolitt	250	0,11
Vinduer/døre + type (navn)	Total vinduer og døre Fiskeløkken 10 5330 Munkebo Vindues/dør areal er 26 m^2 svarende til 14,3 %		1,21-1,67
Linjetab			**W/mK**
Fundamenter			0,14
Vinduer og Døre			0,03
Teknik			
Opvarmning – beskrivelse	Gasfyr – gulvvarme		

Ventilation – beskrivelse (hvor stor : kW, type,)	Mekanisk balanceret ventilation - Nilan 300
Supplerende (fx solvarme)	
Genvindingsanlæg, type, effektivitet	I beregningen er genvinding sat til 0,8
Ventilations virkningsgrad (%)	
	(kWh/m^2/år)
Beregnet varmetabsramme	33,3
	(l/s/m^2)
Tæthedsprøvning	0,7
Termografering	
Andet	

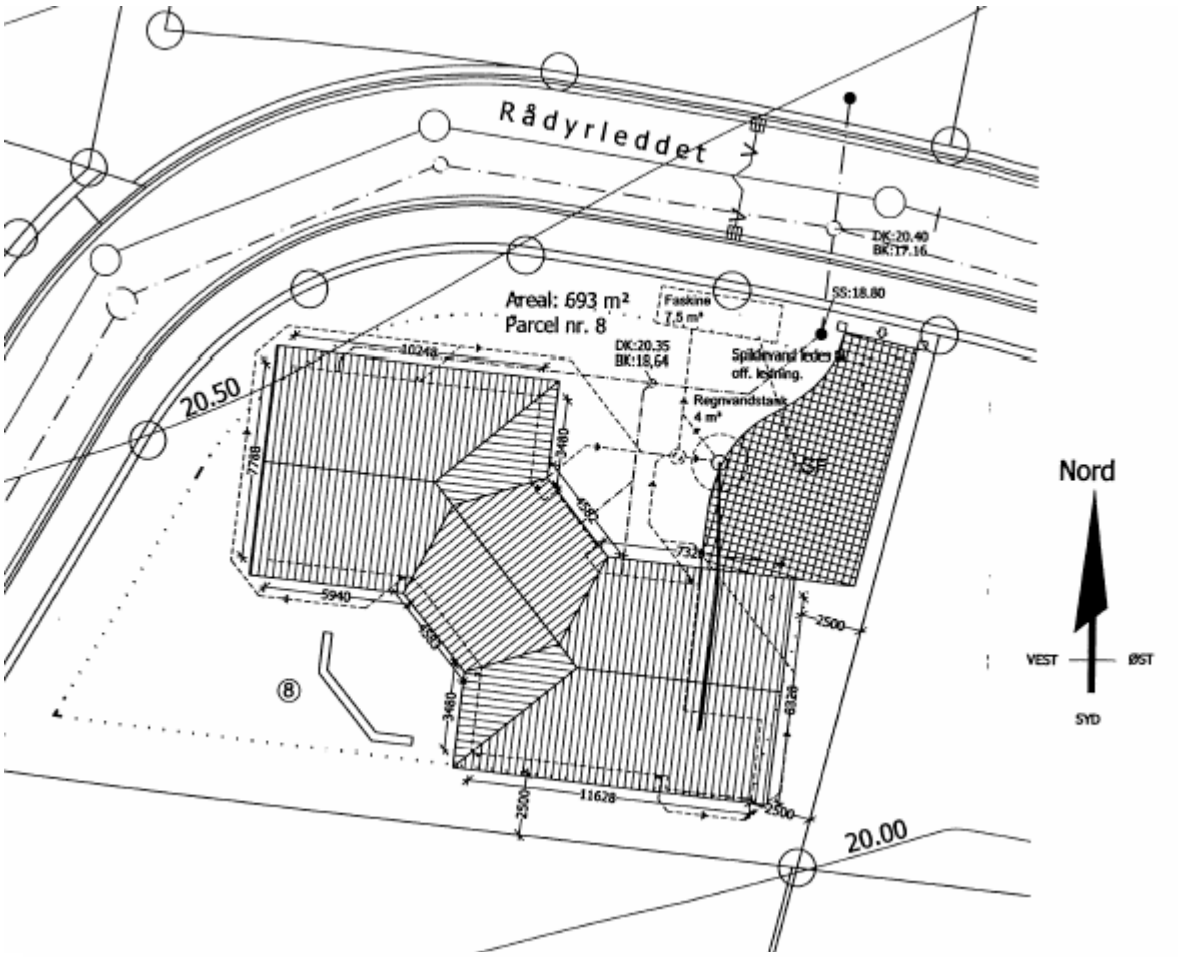
Ejendomsadresse	**Rådyrleddet 5**

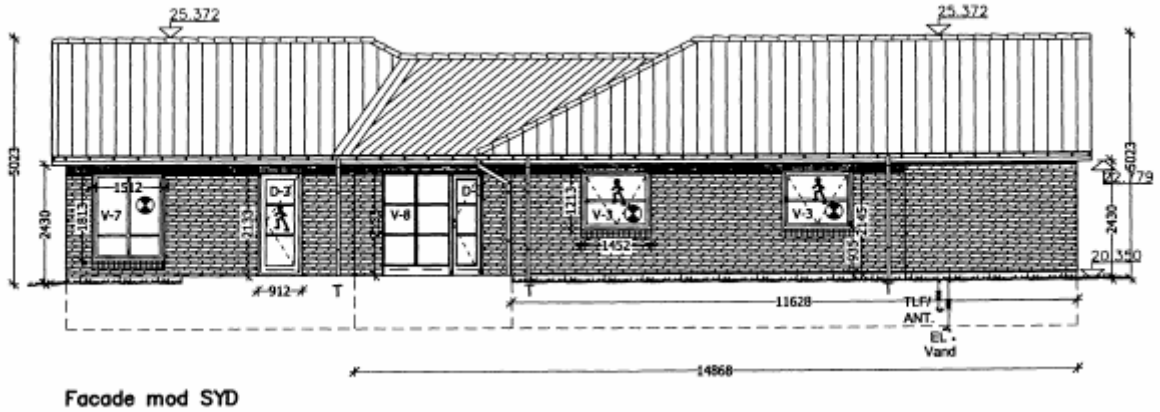


Entreprenør	Pera Byg Aps
	(m^2)
Opvarmet etageareal	177

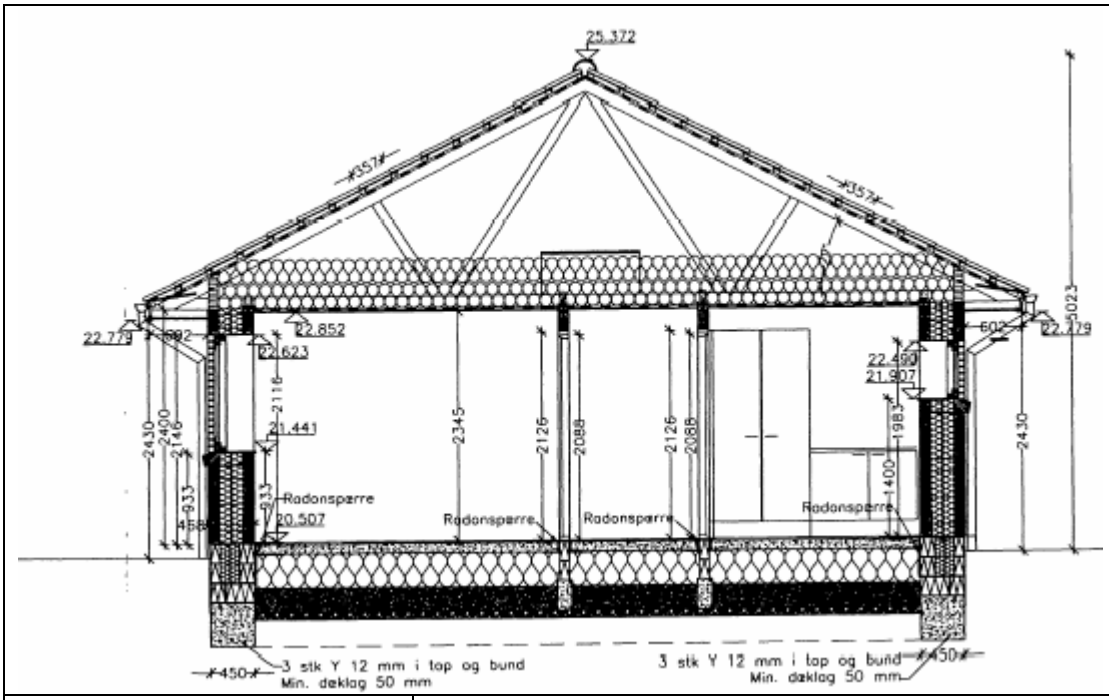
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isolerings-tykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	110 mm mursten 225 mm isolering 37 100 mm leca helvæg	225	0,14/0,15
Tag + loft	Tegl Spær 325 mm A-isolering Trælofter	325	0,11
Terrændæk	Trægulv/Klinker 55 mm beton u. varme 225 mm isolering klasse 37	225	0,13
Vinduer/døre + type (navn)	J.N. Production A/S Toften 5 Koldby 7752 Snedsted Vindues/dør areal er 36,93 m^2 svarende til 22,9 %		1,4-1,6
Linjetab			**W/mK**
Fundamenter			0,14
Vinduer og Døre			0,14
Teknik			
Opvarmning – beskrivelse	Gaskedel (gulvvarme)		
Ventilation – beskrivelse (hvor stor : kW, type,)	Mekanisk		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type, effektivitet	Nilan Comfort 300+ med varmegenvinding		
Ventilations virkningsgrad (%)	87		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	23,8		
	($l/s/m^2$)		
Tæthedsprøvning	2,64		
Termografering			
Andet			

Ejendomsadresse	Rådyrleddet 6





Facade mod SYD

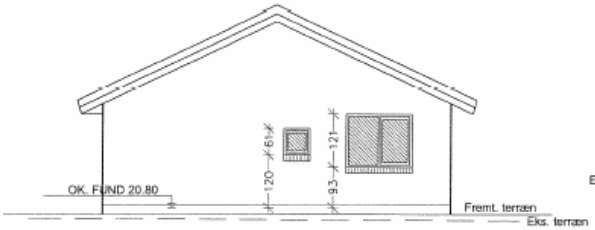


Entreprenør	Jakob Jensen		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	156		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1 etage		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	Teglsten 250 murbatts Teglsten	250	0,14
Tag + loft	Betontagsten 100 mm ventibatts 250 mm Super A-batts 13 mm gips	350	0,1
Terrændæk	Træ/flise 350 mm terrænbatts 250 mm LECA nødder 75 mm stenlag	350	0,07
Vinduer/dør + type (navn)	Schüco Corona SI 82 vindueselementer Vindues/dør areal er 24,49 m^2 svarende til 15,7 %		1,17-1,5
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,092
Ydervæg/vinduer			0,00
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Gas kedel type Bosch Europur		

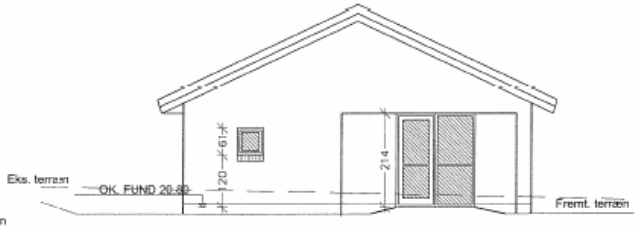
Ventilation – beskrivelse	Mekanisk ventilation Nilan Comfort 300 med varmgenvinding.
Supplerende (fx solvarme)	
Genvindingsanlæg, type	Nilan Comfort 300
Ventilations virkningsgrad (%)	
	(kWh/m^2/år)
Beregnet varmebehov	33,83
	(l/s/m^2)
Tæthedsprøvning	0,7
Termografering	
Andet	

Ejendomsadresse	Rådyrleddet 7

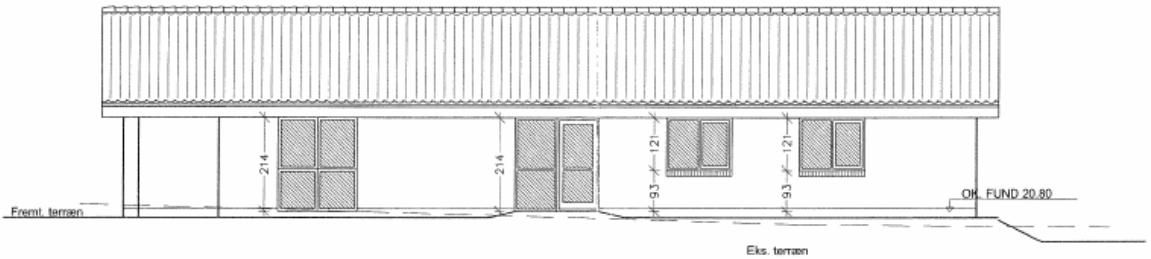
Facade mod nord



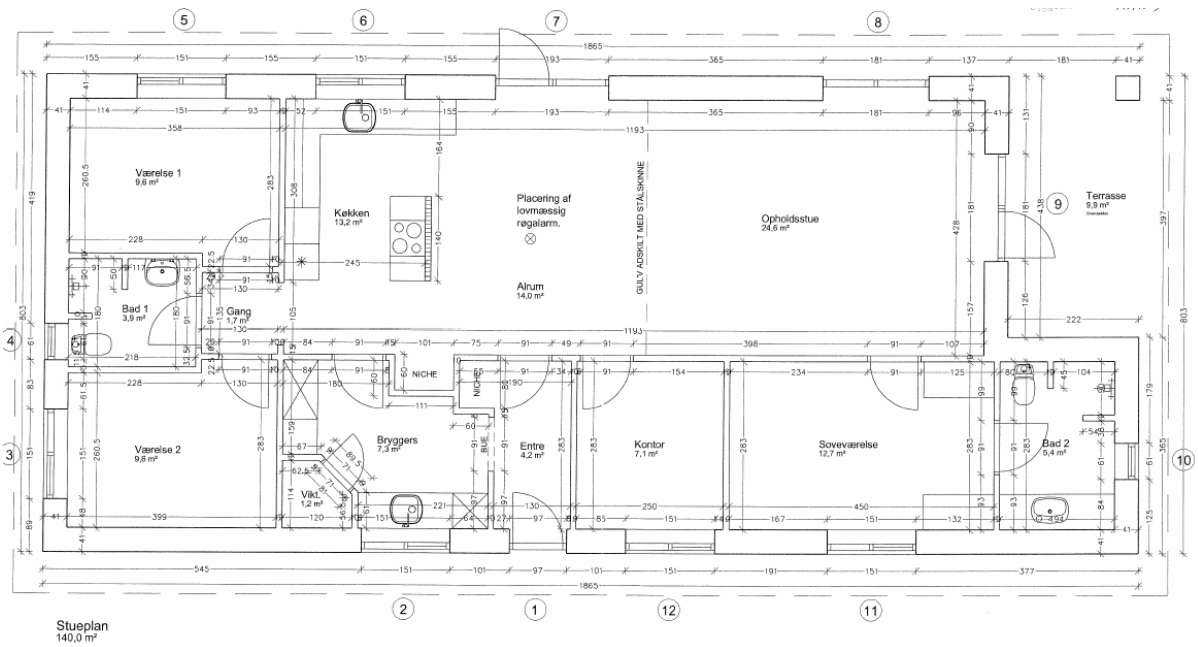
Gavl mod øst



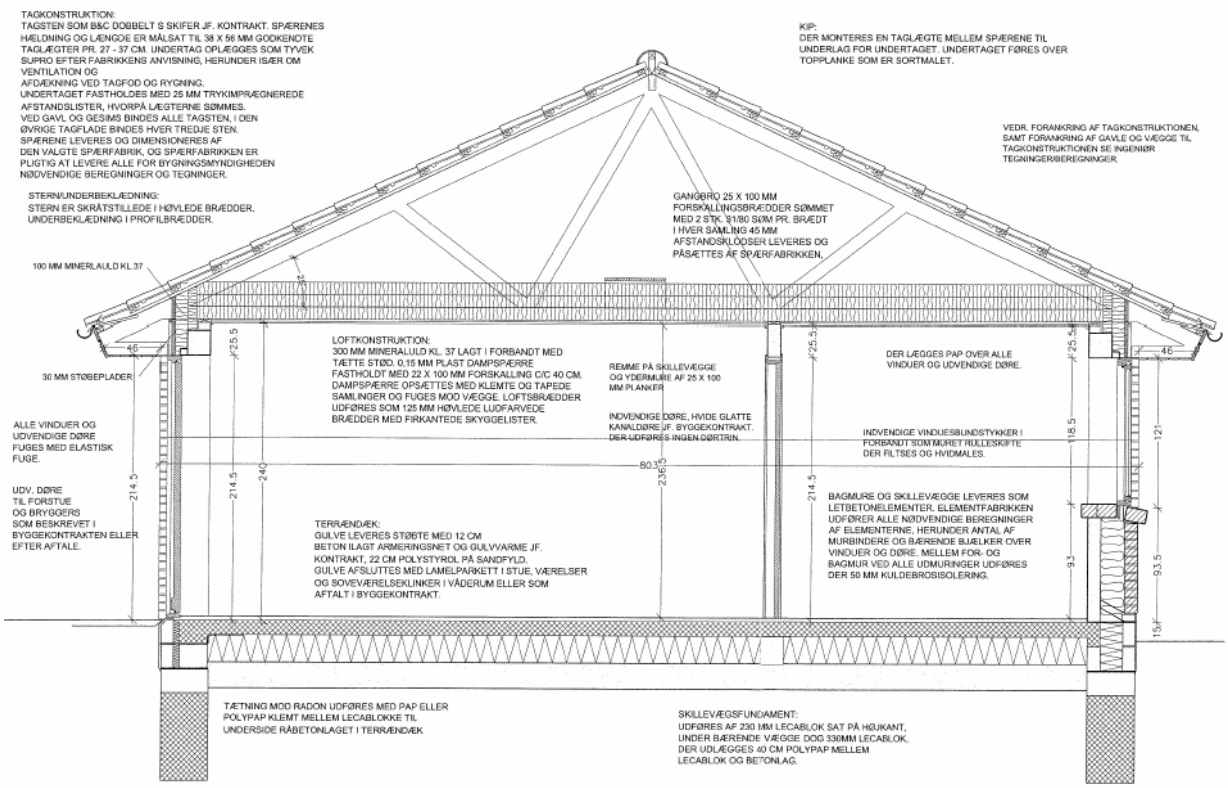
Gavl mod vest



Facade mod syd



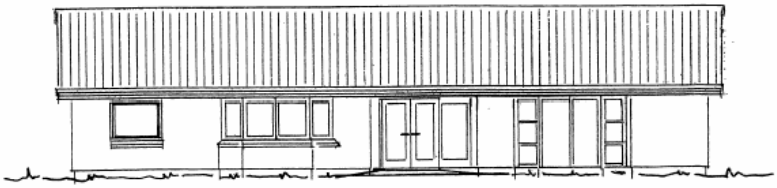
Stueplan
140,0 m²

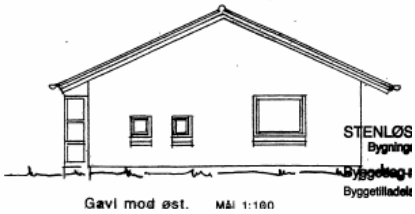


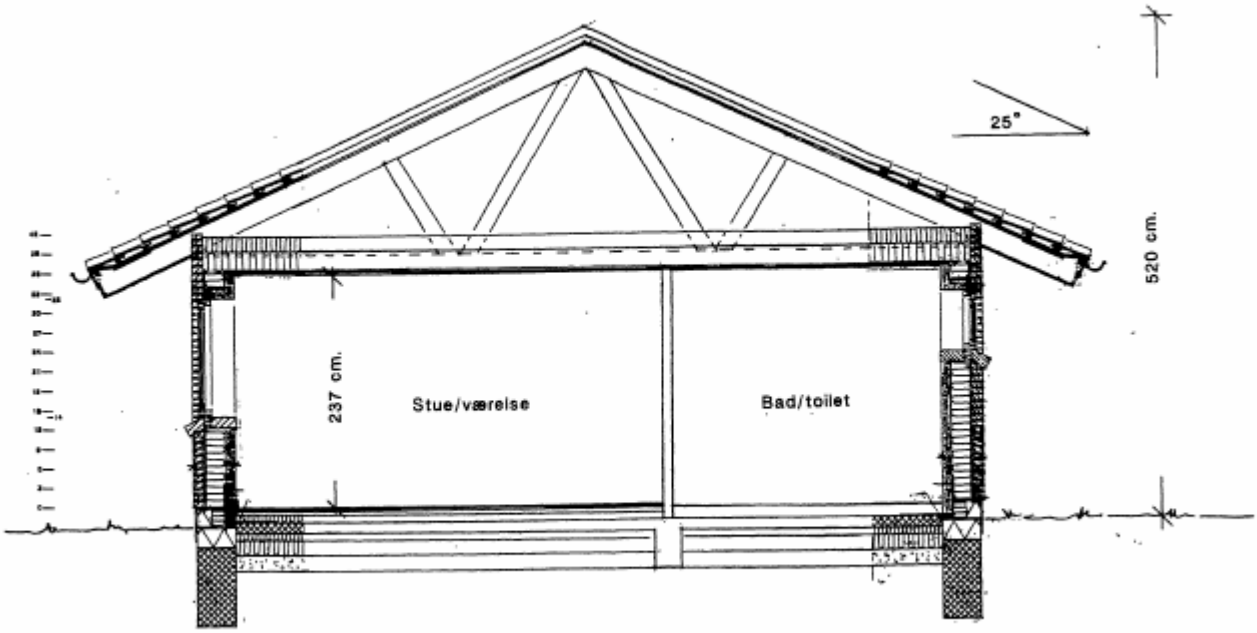
Entreprenør	Frydkjær A/S Sjælland		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	140		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	Facadesten 190 mm mineraluld Bagmur af letbetonelementer	190	0,17
Tag + loft	Dobbelt skifer Undertag Loftrum 300 mm isolering træloft	300	0,12
Terrændæk	gulvvarme gulvklinker/trægulv afretning 120 mm betondæk 220 mm polystyrol på sandfyld	220	0,14
Vinduer/dør + type (navn)	Rationel 3 lag superlavenergi med krypton Vindues/dør areal er 25,6 m^2 svarende til 18,3 %		1,07 – 1,58

Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,14
Ydervæg/vinduer			0,2
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Gasfyr Gulvvarme i alle rum		
Ventilation – beskrivelse	Mekanisk ventilation Nilan Comfort 300		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type	Nilan Comfort		
Ventilations virkningsgrad (%)			
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	33,6		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning	4,06		
Termografering			
Andet	Natsænkning		

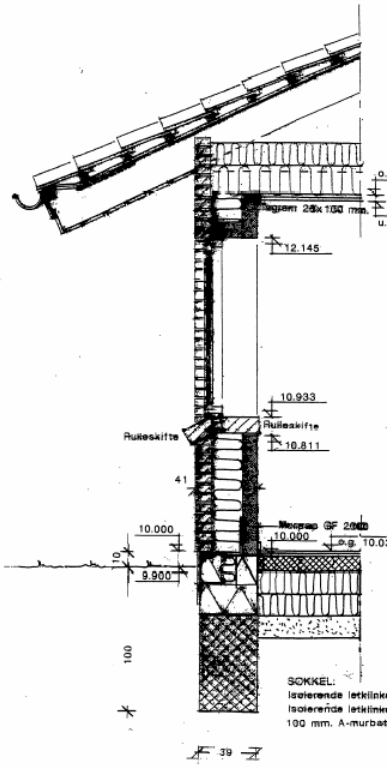
Ejendomsadresse	Rådyrleddet 8



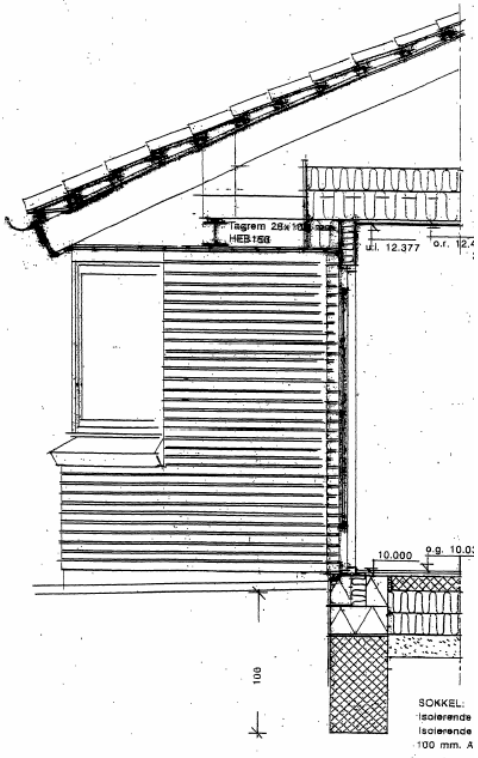




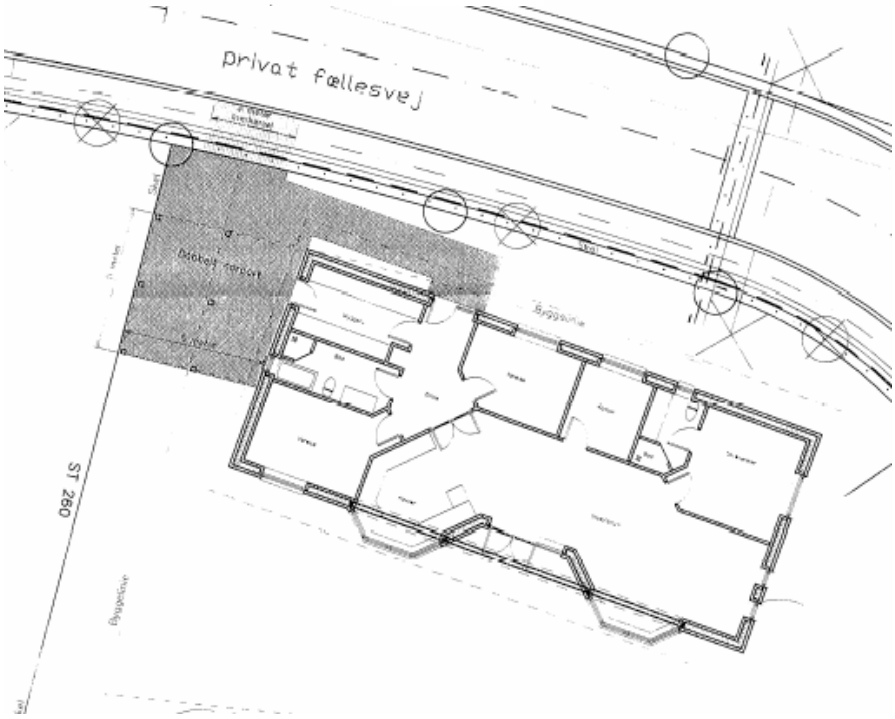
Snit A - A.

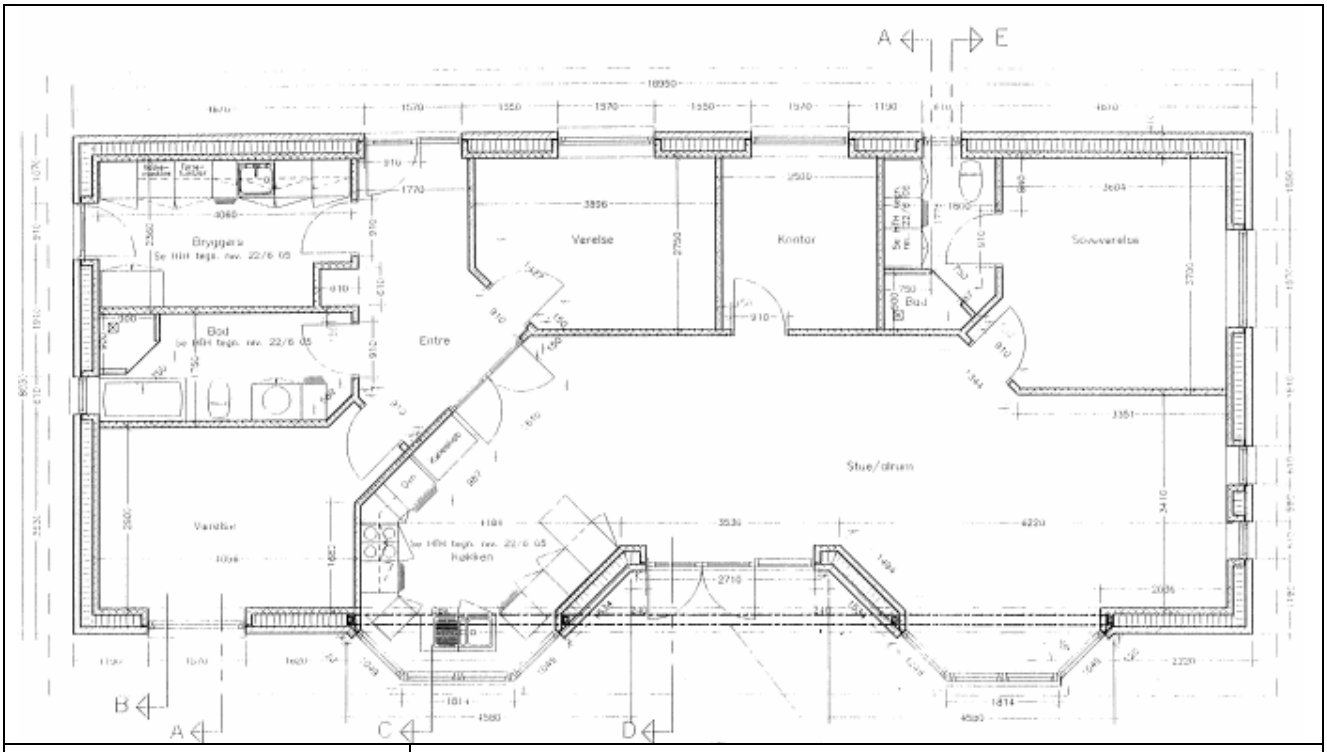

12.145
10.933
Ruleskifte
10.811
41
10.000
9.900
100
SOKKEL:
39

Snit B.


HEB.160
u.l. 12.377
10.000
100
SOKKEL:
39

Snit D.

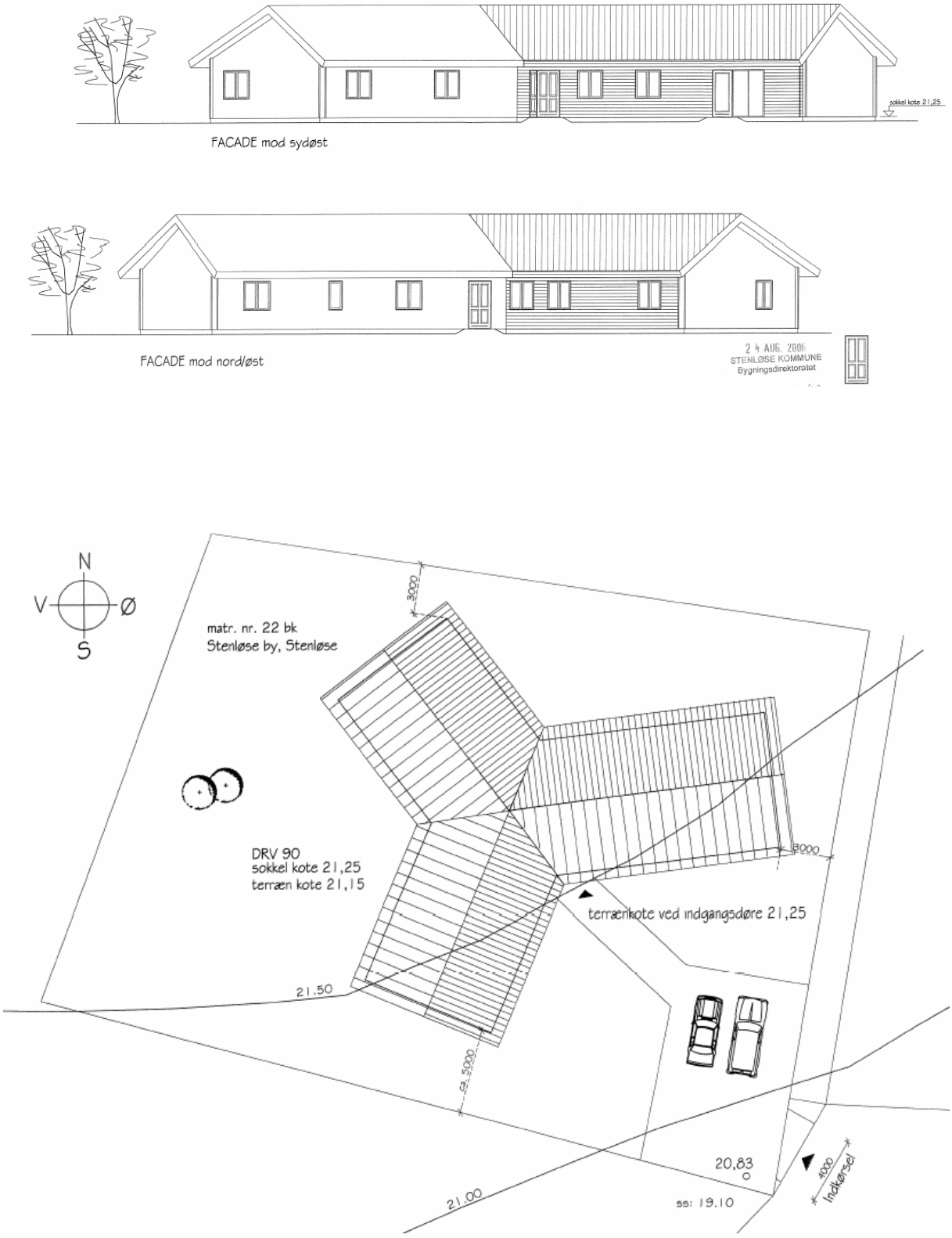

Privat fællesvej
Åbnet carport
ST 260



Entreprenør	WR Entreprise		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	152		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1 etage		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	Cementtegl 190 mm A murbatts 100 mm letklinke beton	190	0,18
Tag + loft	Tegl 350 flexi A-batts 13 mm gipsplade	350	0,11
Terrændæk	Klinker 100 mm beton 300 mm isolering 150 mm kapilarbrydende lag	300	0,1
Vinduer/dør + type (navn)	Skjern vinduer Vindues/dør areal er 33,9 m^2 svarende til 22 %		1,8 *(i materiale fra vinduesfabrikant fremgår forskellige U-værdier. 1,8 er brugt for alle vinduer i Bv-98)*
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,19
Ydervæg/vinduer			0,33/0,4
Teknik			

Opvarmning - beskrivelse	Gaskedel Vailant type EcoTEC classic VC126. Gulvvarme i hele huset.
Ventilation – beskrivelse	Mekanisk ventilation med modstrømsveksler fra Klimatek. Aggregattype HRU ECO fan 3 GB
Supplerende (fx solvarme)	
Genvindingsanlæg, type	Klimatek
Ventilations virkningsgrad (%)	96,2
	(kWh/m^2/år)
Beregnet varmebehov	31,4
	(l/s/m^2)
Tæthedsprøvning	1,02
Termografering	
Andet	

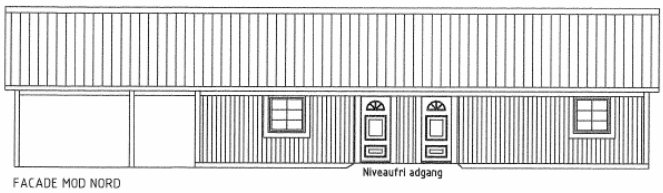
Ejendomsadresse	**Rådyrleddet 9**

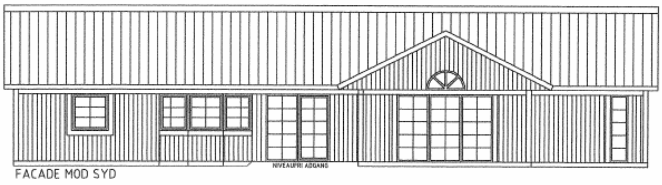


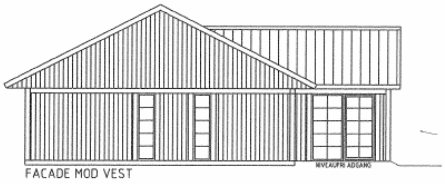
Entreprenør	Scanwo A/S
	(m^2)
Opvarmet etageareal	300

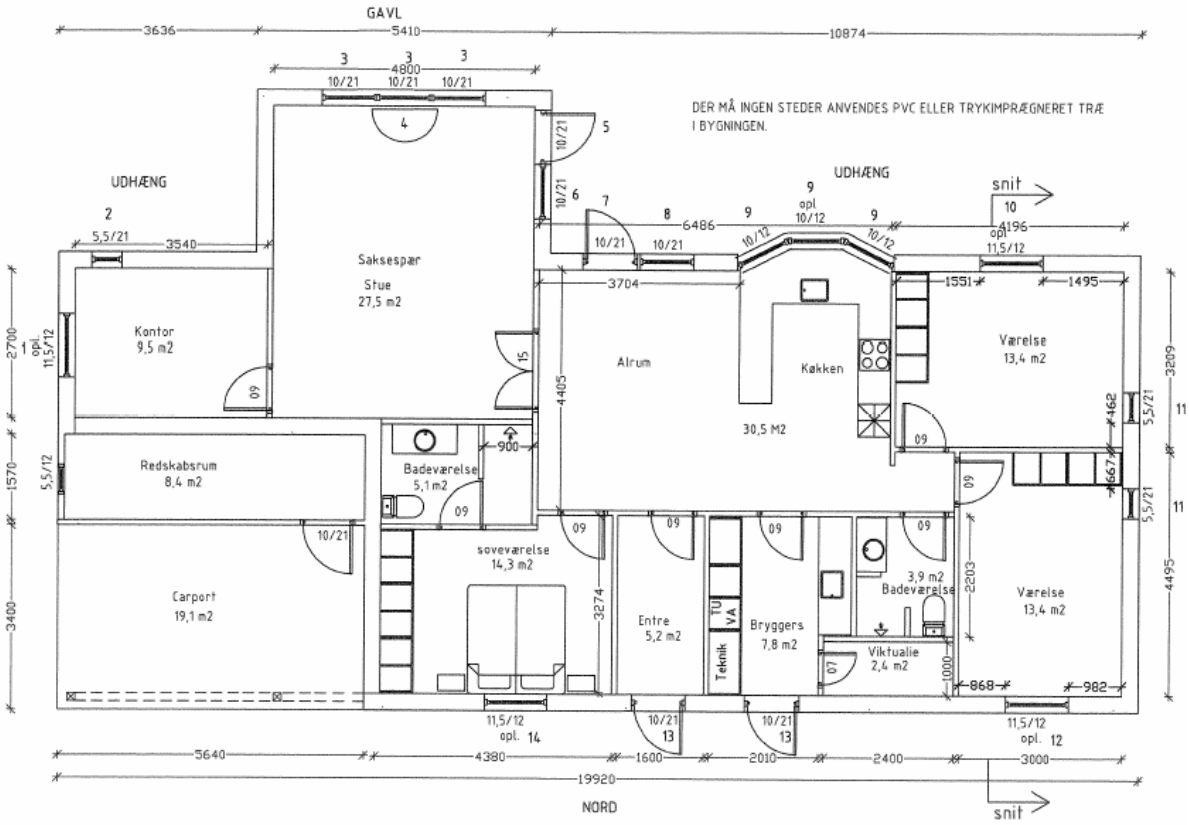
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isolerings-tykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	Bjælker 195 mm isolering 45 mm isolering 12 mm finerplade 13 mm gips	240	0,15
Tag + loft	Betontagsten loftsrum 395 mm isolering profilbrædder	395	0,09
Terrændæk uden gulvvarme	Gulvklinker/træ/tæpper 100 mm fundamentsplade 300 mm EPS 230 mm kapillarbrydende lag	300	0,11
Vinduer/døre + type (navn)	Dana vinduer Vindues/dør areal er 30,4 m^2 svarende til 10 %		1,4
Linjetab			**W/mK**
Fundamenter			0,10
Vinduer og Døre			0,03
Teknik			
Opvarmning – beskrivelse	Kondenserende væghængt gaskedel Vaillant type VC126/2 Varmepumpe Fighter 600P		
Ventilation – beskrivelse (hvor stor : kW, type,)	Mekanisk balanceret ventilation		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type, effektivitet			
Ventilations virkningsgrad (%)	80		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	44,4 – afventer svar fra entreprenør		
	($l/s/m^2$)		
Tæthedsprøvning	1,0		
Termografering			
Andet			

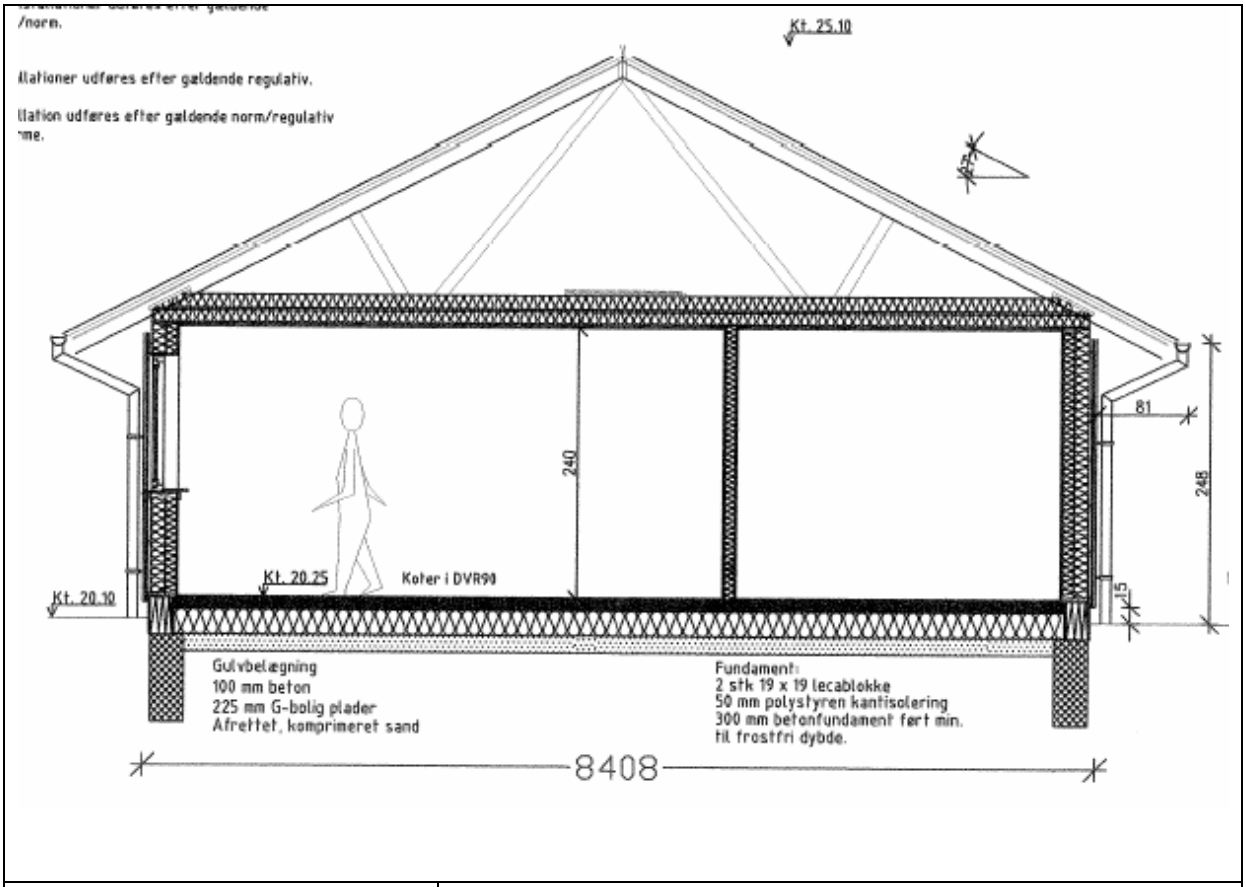
Ejendomsadresse	Rådyrleddet 10







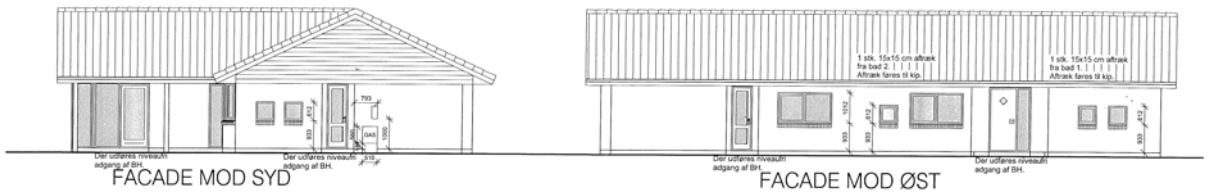




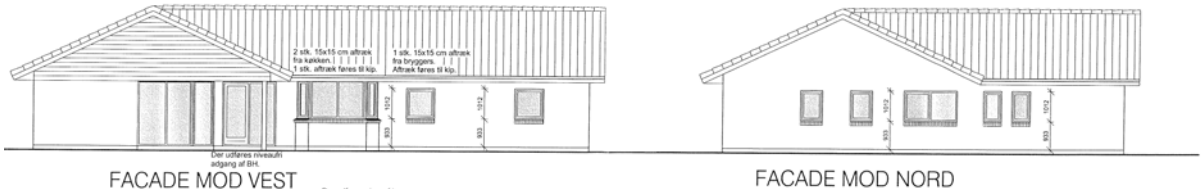
Entreprenør	Bovik		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	156		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc.)	Isolerings-tykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	Brædder Træstolper 230 mm mineraluld 13 mm gipsplade	230	0,18
Tag + loft	Tagsten Træfiberplade Gitterspær 290 mm mineraluld 5" rustikbrædder	290/400	0,15/0,1
Terrændæk	100 mm beton 225 mm gulvplade fæstes til betondæk Sand	225	0,15
Vinduer/døre + type (navn)	Elit Fönster AB "T4-12" Vindues/dør areal er 32,1 m^2 svarende til 20,6 %		1,14 -1,25

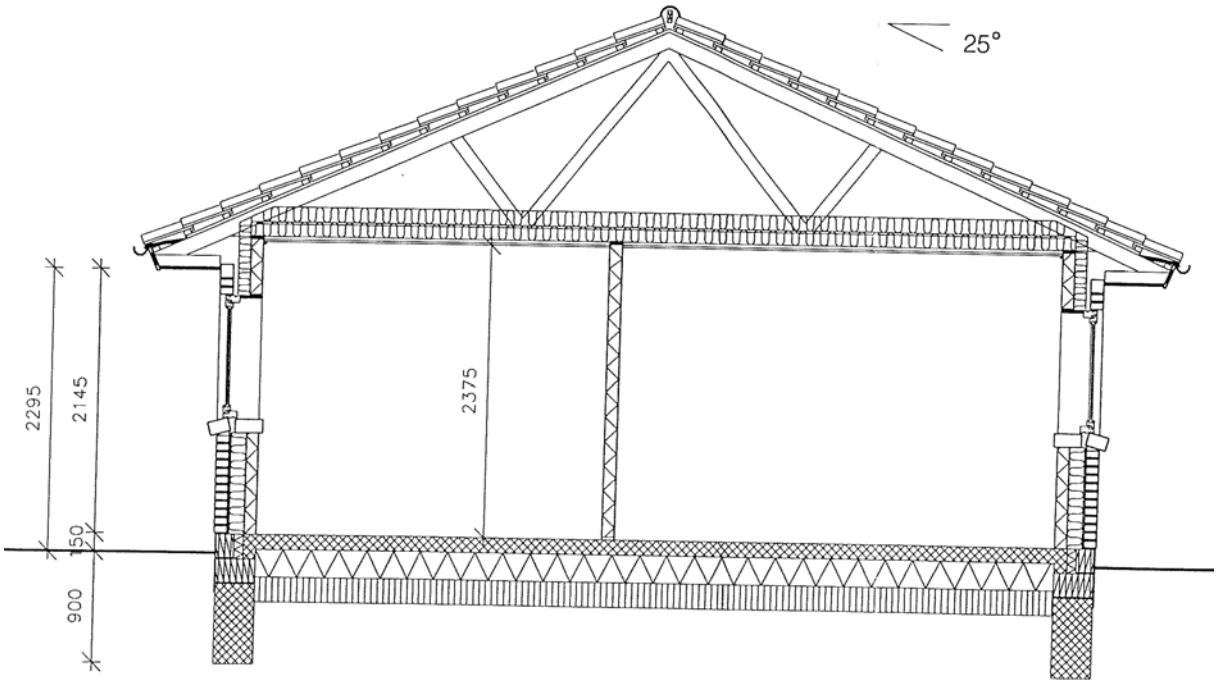
Linjetab			**W/mK**
Fundamenter			0,23
Vinduer og Døre			0,03
Teknik			
Opvarmning – beskrivelse	Gaskedel Vaillant ECOTec classic Varmepumpe: Vølund "Fighter 310P" (med kølemedie). Evt. mulighed for varmeflade		
Ventilation – beskrivelse (hvor stor: kW, type,)			
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type, effektivitet			
Ventilations virkningsgrad (%)	60		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	32,5		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning	To blowerdoor tests: 9,3 m3/h/m^2 (2,58 l/s/m2/m^2) 9,27 m3/h/m^2 (2,57 l/s/m2/m^2) Da tæthedsprøven ikke er et lovkrav er der ikke krav om at rette op på resultatet (lovpligtigt krav: 1,5 l/s/m2/m^2)		
Termografering	Tegn på kuldebro ved flere hjørner og ved ydervæg Tegn på at isolering ikke ligger kontinuerlig ved loft Kuldebro ved loftslem Utætheder ved væg/loft		
Andet			

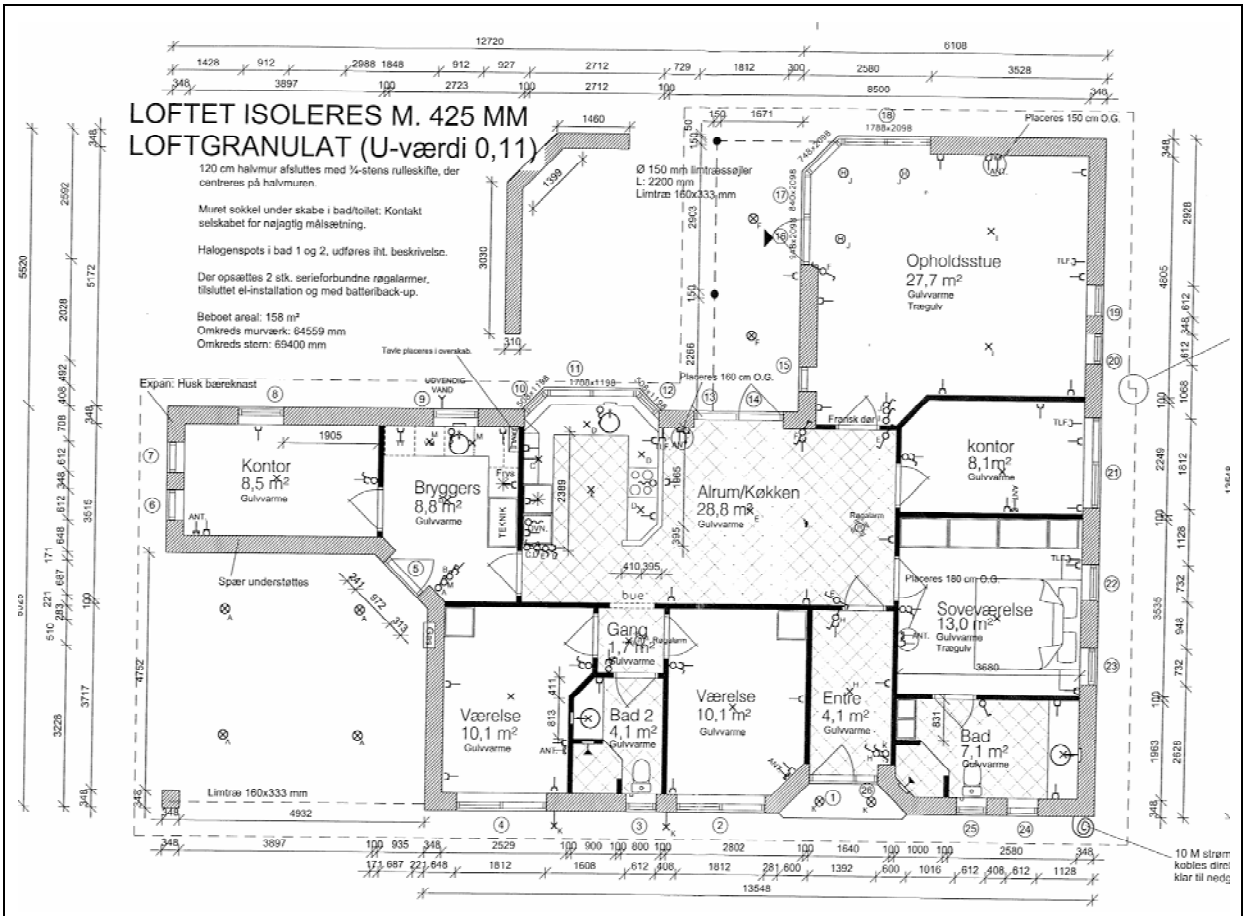
Ejendomsadresse	Rådyrleddet 11



MÅL TIL VINDUER ER ALLE MURMÅL



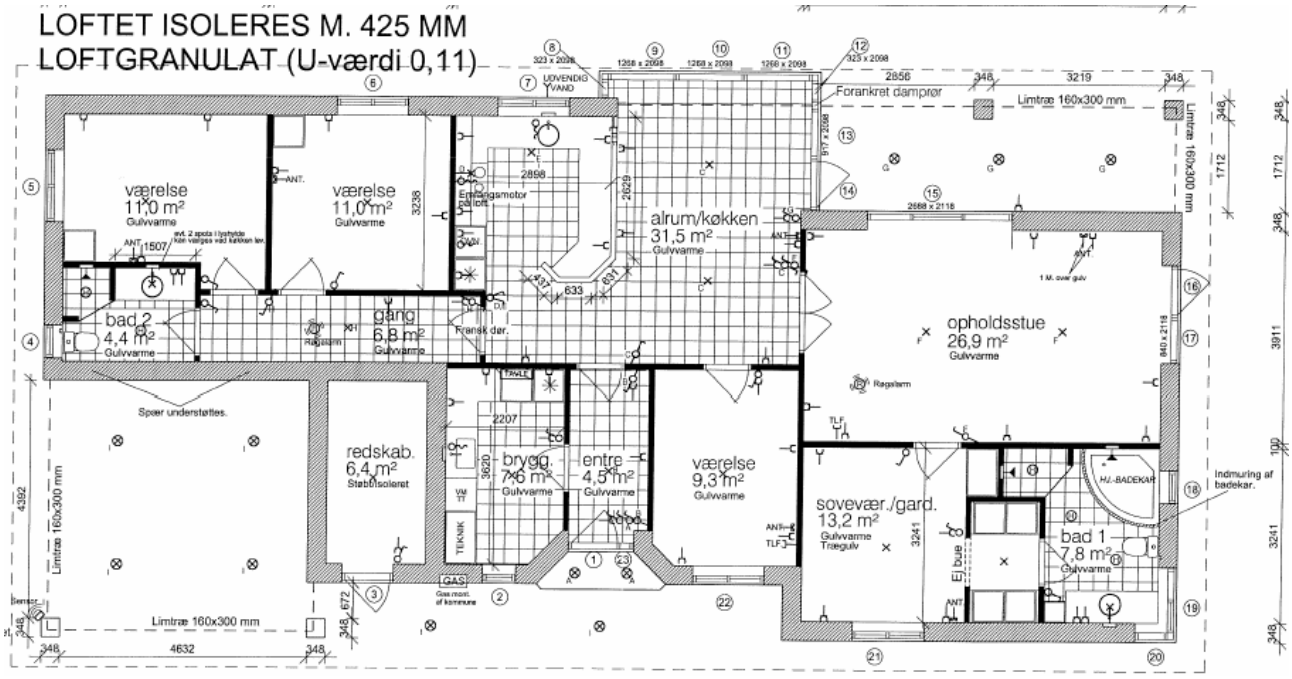


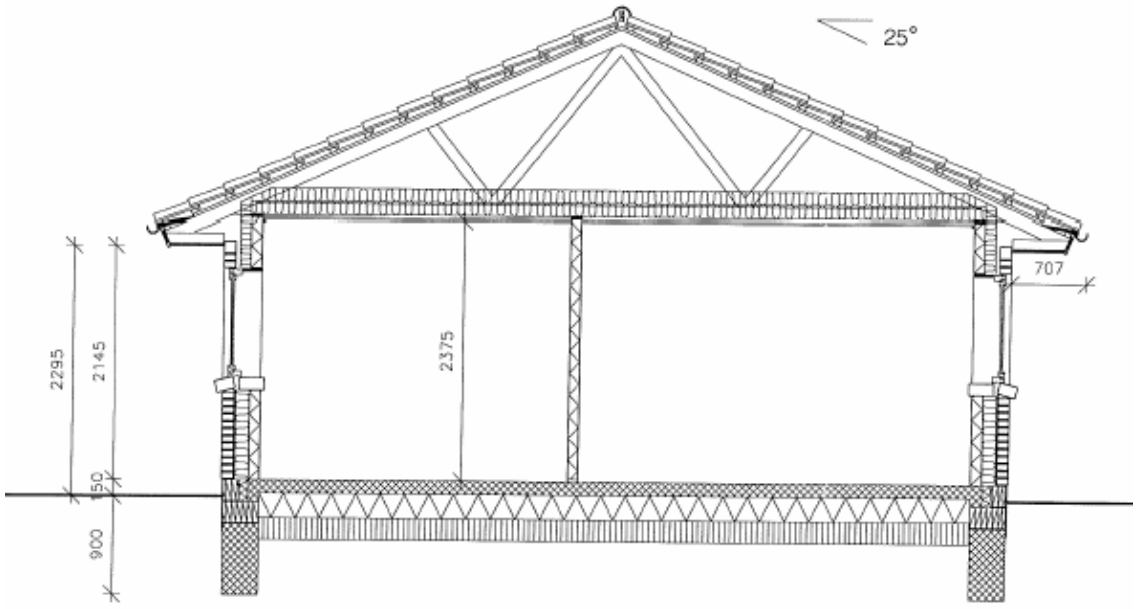


Entreprenør	AZ-huse, Navervej 1, 8600 Silkeborg		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	158		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isolerings-tykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	108 mm tegl 125 mm murbatts 100 mm EXPAN vægelementer	125	0,28
Tag + loft	425 mm granulat 0,15 mm polyethylenfolie 15x125 mm loftbeklædning	425	0,15
Terrændæk	110 mm beton Rionet 60/15 opklodset 25 mm 75 mm polystyrol 295 mm EPS gulvplade	295	0,15 (gulvvarme)

	200 mm komp. sand		
Vinduer/døre + type (navn)	Rationel Vindues/dør areal er 37,39 m^2 svarende til 23,7 %		0,85-1,81
Andet: Linjetab			
Fundamenter	1 rk. 150 mm letklinkerbetonblokke 1 rk. 330 mm letklinkeretonblokke		
Vinduer og Døre			
Teknik			
Opvarmning – beskrivelse	Gas: Valliant turbo Classic Vu 122 med lodret balanceret aftræk, med tilhørende 70 l varmtvandsbeholder, ydelse 6,3-12,0 kW		
Ventilation – beskrivelse (hvor stor : kW, type,)	Balanceret ventilation		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type, effektivitet			
Ventilations virkningsgrad (%)			
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	33,4		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning	2,9		
Termografering			
Andet			

Ejendomsadresse	Rådyrleddet 12

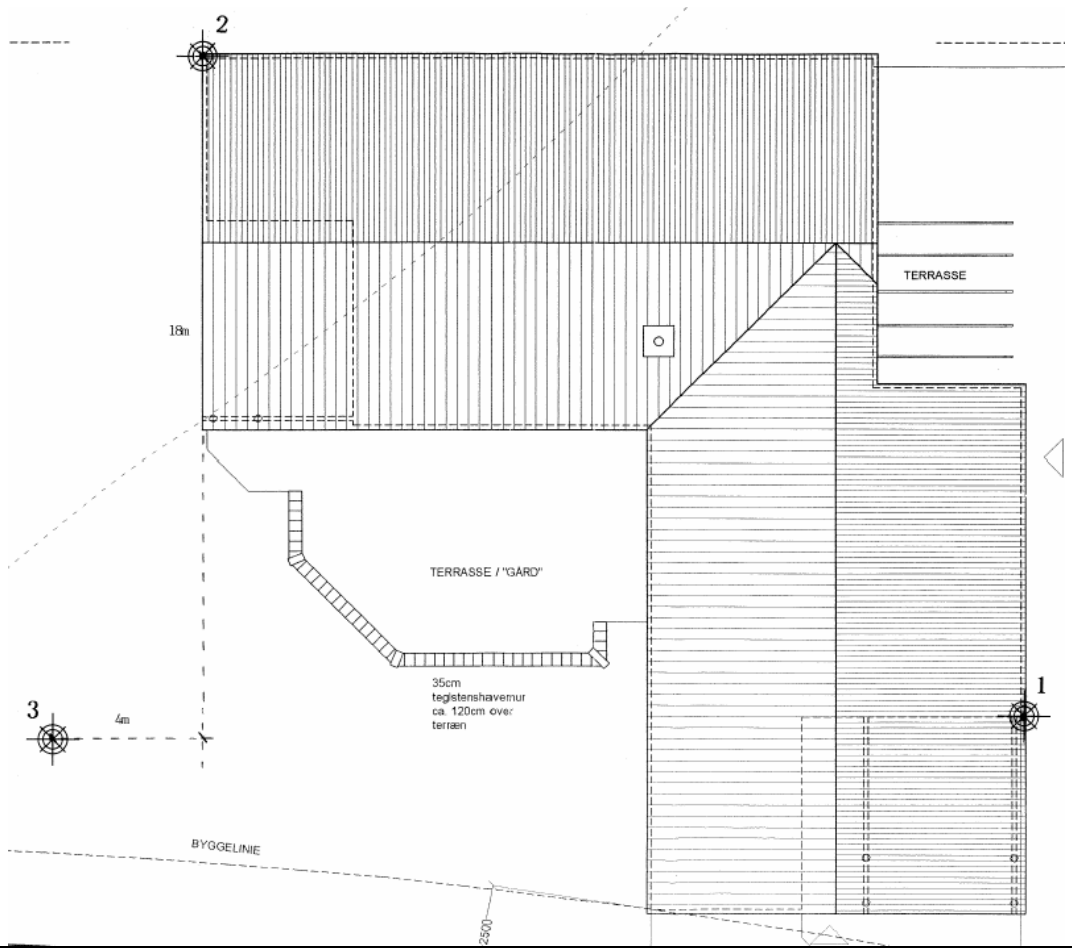


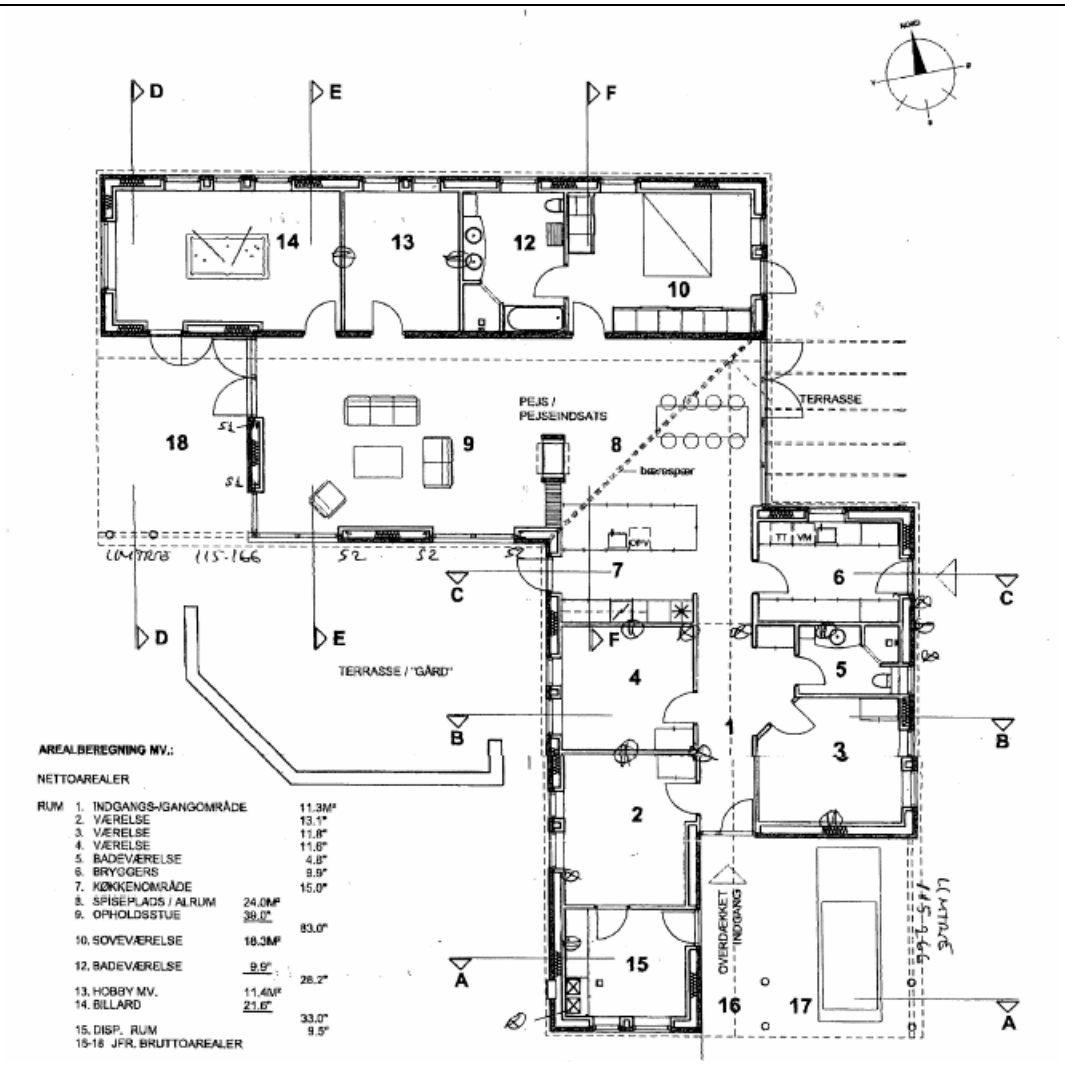


Entreprenør	AZ-huse A/S		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	160		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	108 mm tegl 125 mm murbatts 100 mm EXPAN vægelementer	125 mm	0,28
Tag + loft	Betontagsten 425 mm Rockwool loftbeklædning	425 mm	0,11
Terrændæk	gulvvarme gulvklinker/trægulv afretning 110 mm betondæk 295 mm isoleringslag 200 mm komprimeret sand	295mm	0,11
Vinduer/dør + type (navn)	Rationel 2 lag clima plus Vindues/dør areal er 35,3 m^2 svarende til 22 %		1.4 – 1,8
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,17
Ydervæg/vinduer			0,025
Teknik			

Opvarmning - beskrivelse	Gasfyr Vaillant Turbo Classic Vu Gulvvarme i alle rum med Megaterm
Ventilation – beskrivelse	Mekanisk Ventilation: Air Connection AM 290
Supplerende (fx solvarme)	
Genvindingsanlæg, type	Varmegenvinding Air Connection Am Serien
Ventilations virkningsgrad (%)	90
	(kWh/m^2/år)
Beregnet varmebehov	33,6
	(l/s/m^2)
Tæthedsprøvning	2,7
Termografering	
Andet	

Ejendomsadresse	Rådyrleddet 13

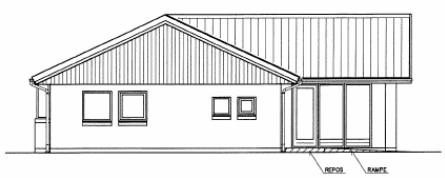




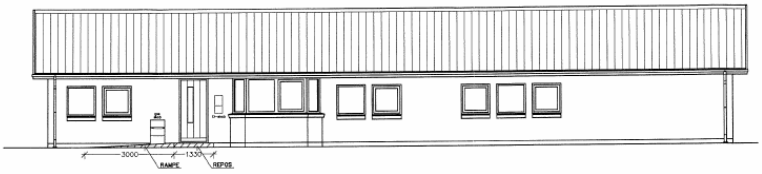
Entreprenør	Strunge Jensen, rådgivende ingeniør		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	250		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isolerings-tykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg tung	110 mm tegl 200 mm isolering 100 mm letbeton	200	0,15
Væg let	300 mm isolering 2x13 mm gips		0,11
Tag + loft	450 mm isolering 2x13 mm gips	450	0,07
Terrændæk uden gulvvarme	120 mm dæk 300 mm isolering 75 mm letklinker	300	0,10
Vinduer/døre + type (navn)	Elit Fönster Vindues/dør areal		1,55-1,83

	er 63 m^2 svarende til 25,2 %		
Linjetab			**W/mK**
Fundamenter			0,12
Vinduer og Døre	Velfac		0,02
Teknik			
Opvarmning – beskrivelse	Kedelanlæg – Bosch Europur 3-13 kondenserende med lodret afbalanceret aftræk 3-13 kW		
Ventilation – beskrivelse (hvor stor: kW, type,)	Varmegenvindig – Nilan Comfort 300 - Mekanisk balanceret ventilation		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type, effektivitet			
Ventilations virkningsgrad (%)	89		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	33,8		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning	1,2		
Termografering			
Andet			

Ejendomsadresse	**Rådyrleddet 14**

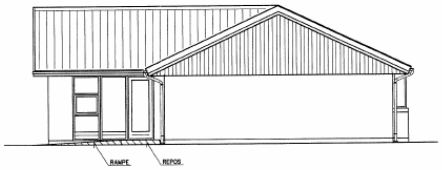


GAVL MOD VEST

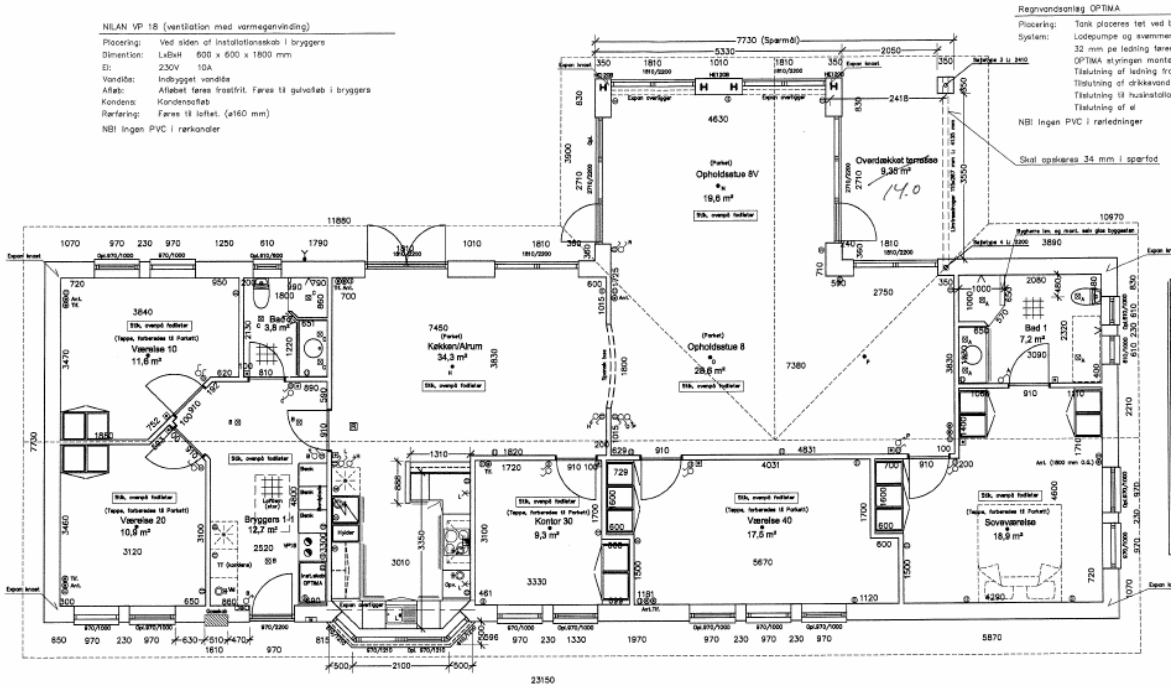


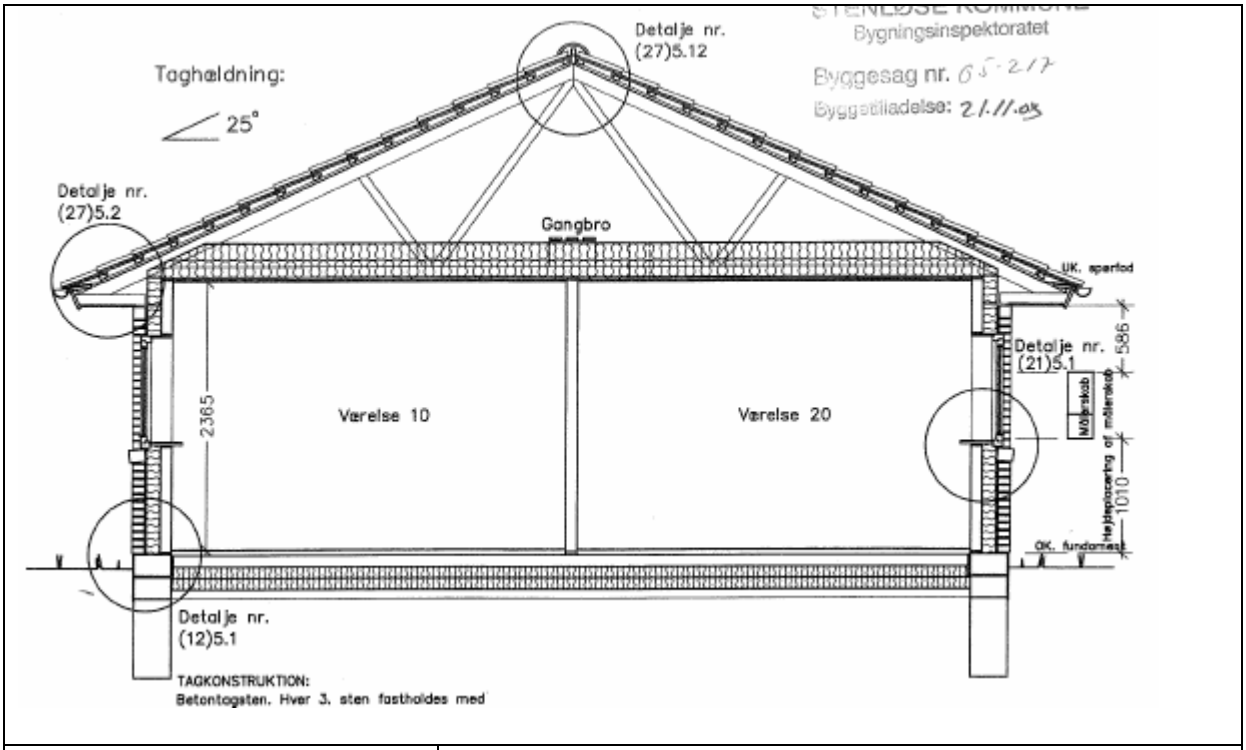
INDGANGSFACADE MOD NORD

HAVEFACADE MOD SYD



GAVL MOD ØST

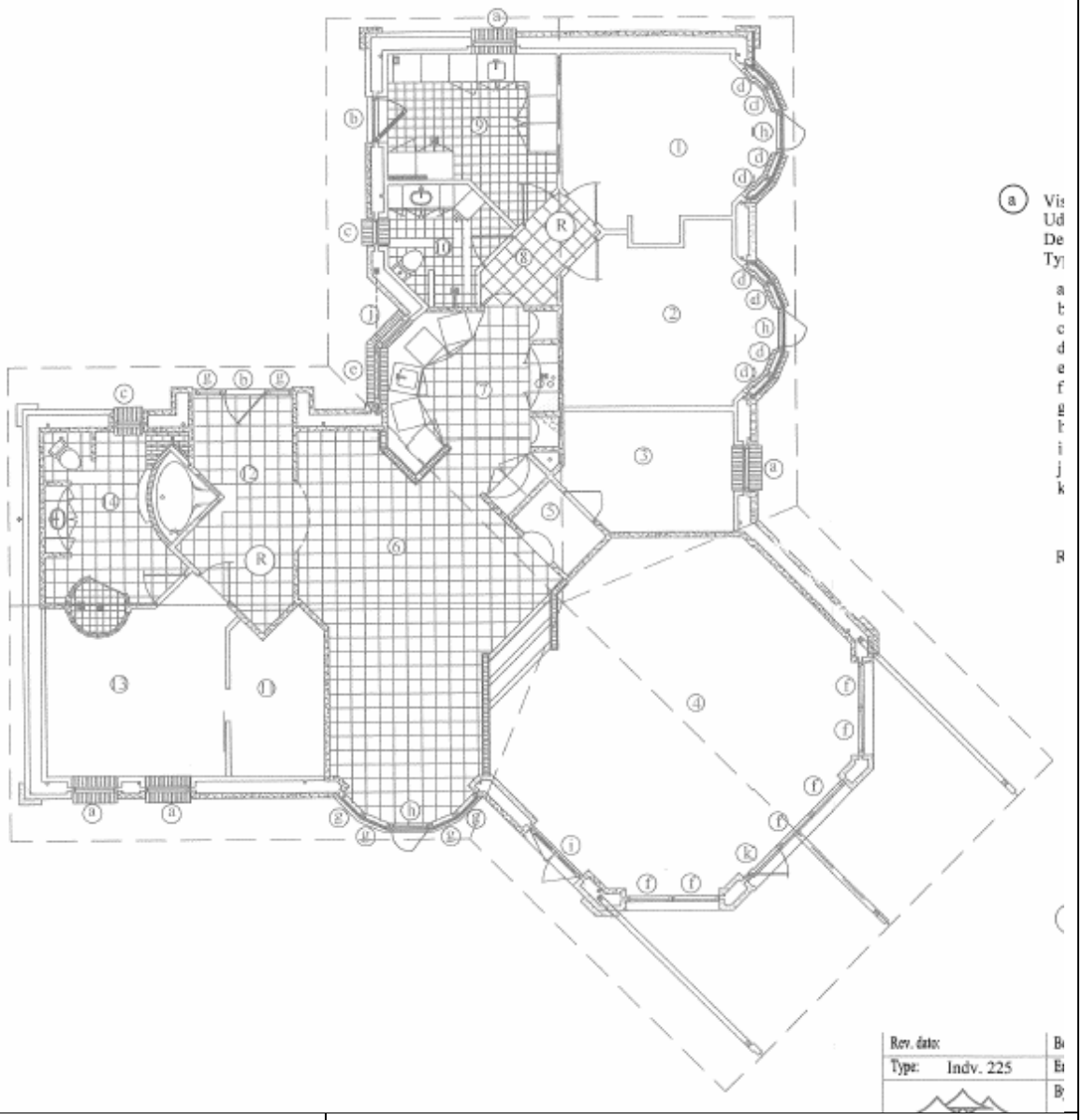




Entreprenør	Eurodan-huse		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	201		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isolerings-tykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	108 mm teglsten 125 mm mineraluld 100 mm helvægselementer	125	0,27
Tag + loft	Betontagsten Lægter 2x145 mm mineraluld Træ	290	0,12
Terrændæk	klinker/fliser/vinyl/ tæpper 40/50 mm cementmørtel 100 mm klaplag beton 220 mm polystyren sand	220	0,15
Vinduer/døre + type (navn)	RAL 9010 Vindues/dør areal er 49,17 m^2 svarende til 24 %		0,9-1,56
Linjetab			
Fundamenter			0,24
Vinduer og Døre			

Teknik	
Opvarmning – beskrivelse	Gaskedel HNG. Gulvvarme i hele huset.
Ventilation – beskrivelse (hvor stor: kW, type,)	Balanceret ventilation: "Nilan VP18"
Supplerende (fx solvarme)	
Genvindingsanlæg, type, effektivitet	
Ventilations virkningsgrad (%)	98
	(kWh/m^2/år)
Beregnet varmebehov	28,4
	(l/s/m^2)
Tæthedsprøvning	Foretages efterår 2007
Termografering	
Andet	

Ejendomsadresse	**Rådyrleddet 15**		



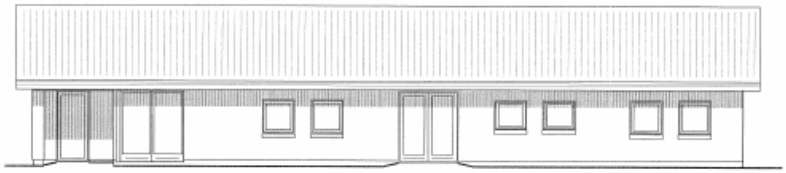
Entreprenør	SR Design		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	225,5		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isolerings-tykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	110 mm teglsten 2x120 mm isolering klasse 37 100 mm porebeton	240	0,14
Tag + loft	3 lag 120 mm + 1 lag	360	0,08

	120 mm isolering kl. 37 21x100mm forskalling pr. 300 mm gipsplader		
Terrændæk	100 mm terrændæk styrke 12 MPa Svindarmering 300 mm trykfast polystyren 400 mm lecanødder	300	0,08
Vinduer/døre + type (navn)	Rationel Vindues/dør areal er 47,72 m^2 svarende til 21 %		1,44-1,65
Andet: Linjetab			
Fundamenter	190x150 mm lecablok 150 mm kantisolering		0,2
Vinduer og Døre			
Teknik			
Opvarmning – beskrivelse	Naturgas		
Ventilation – beskrivelse (hvor stor : kW, type,)			
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type, effektivitet			
Ventilations virkningsgrad (%)			
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	33,9		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning	1,8		
Termografering			
Andet	Gode tegninger, men for store til at blive scannet.		

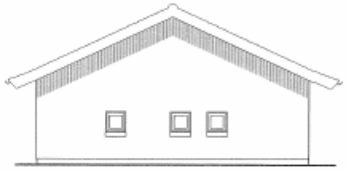
Ejendomsadresse	Rådyrleddet 16

Facade mod nord

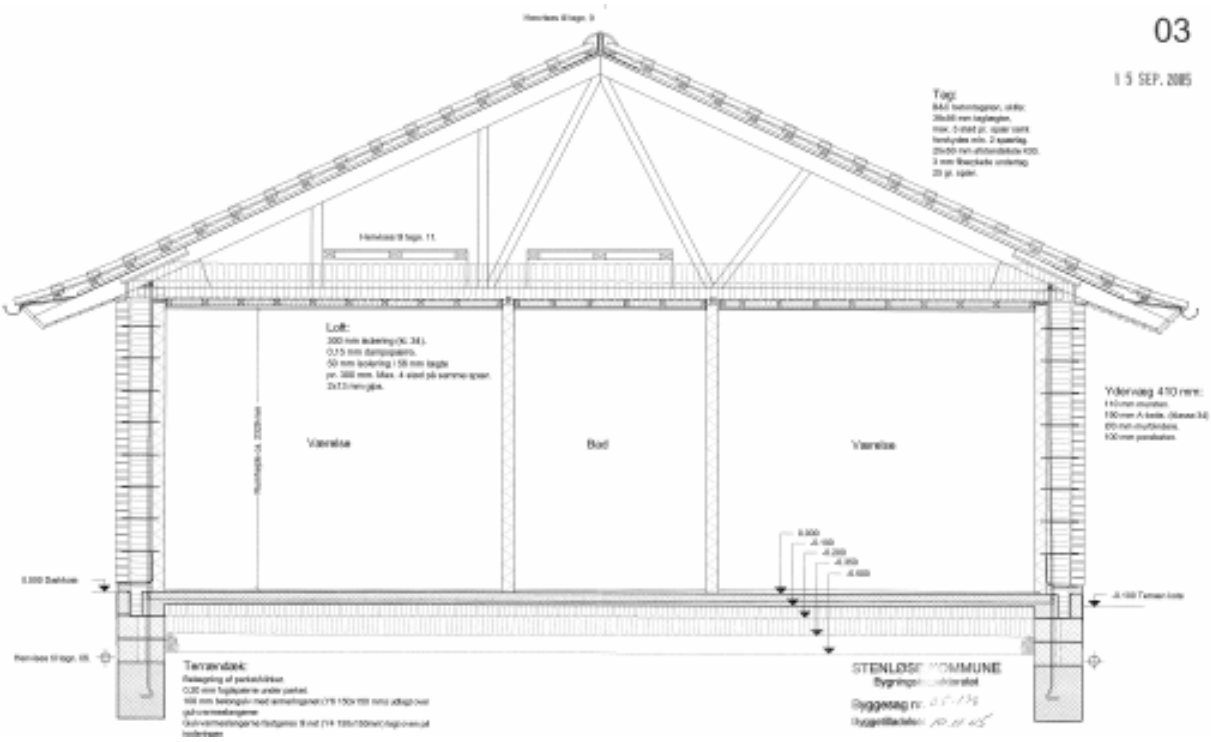
Facade mod vest

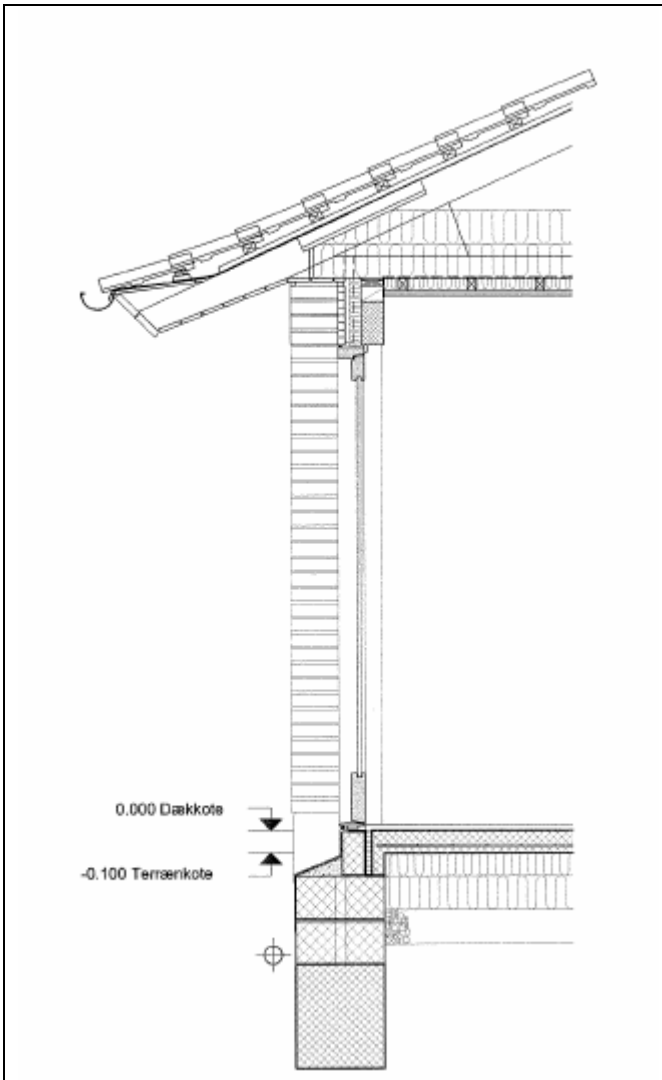


Facade mod syd



Facade mod øst

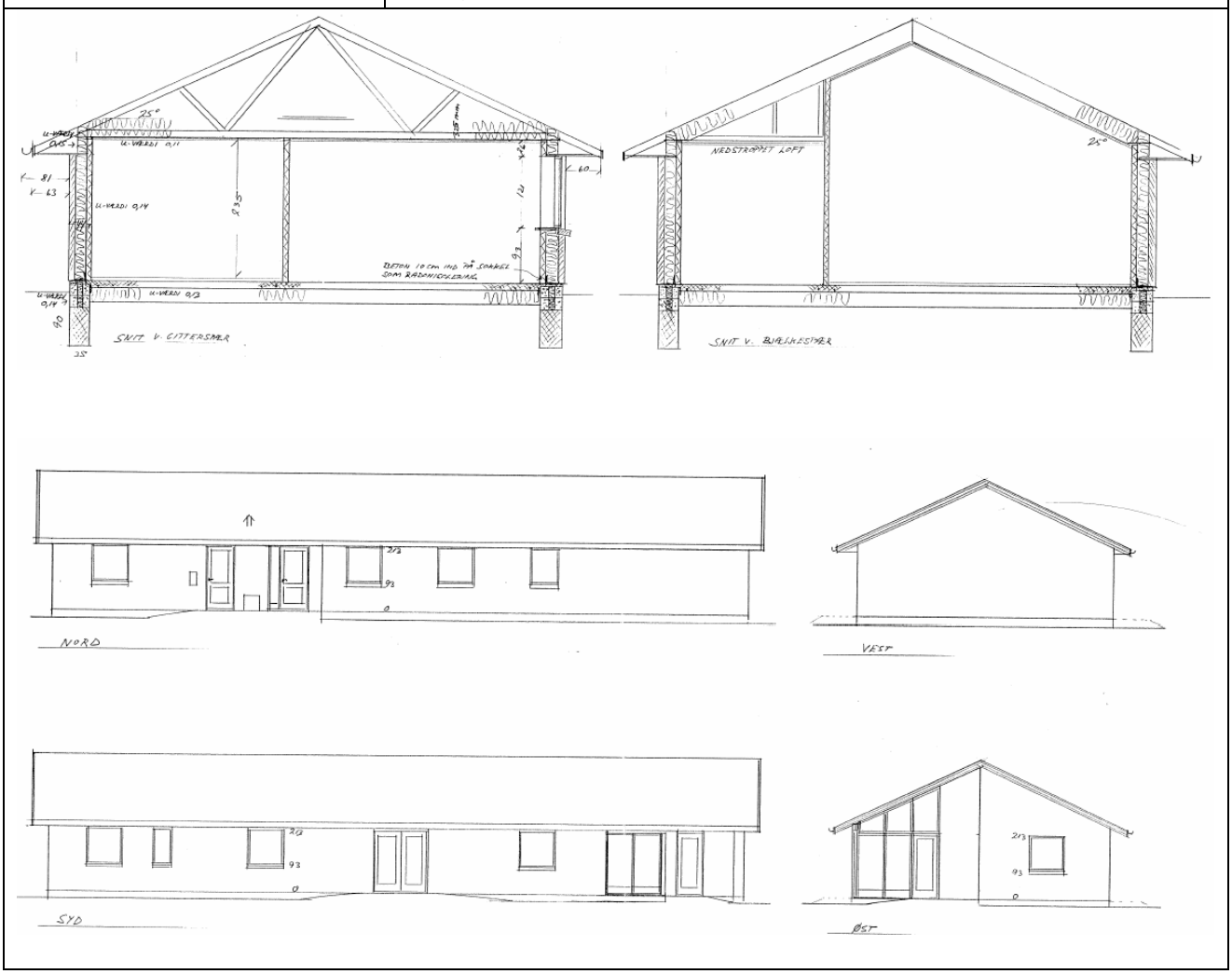


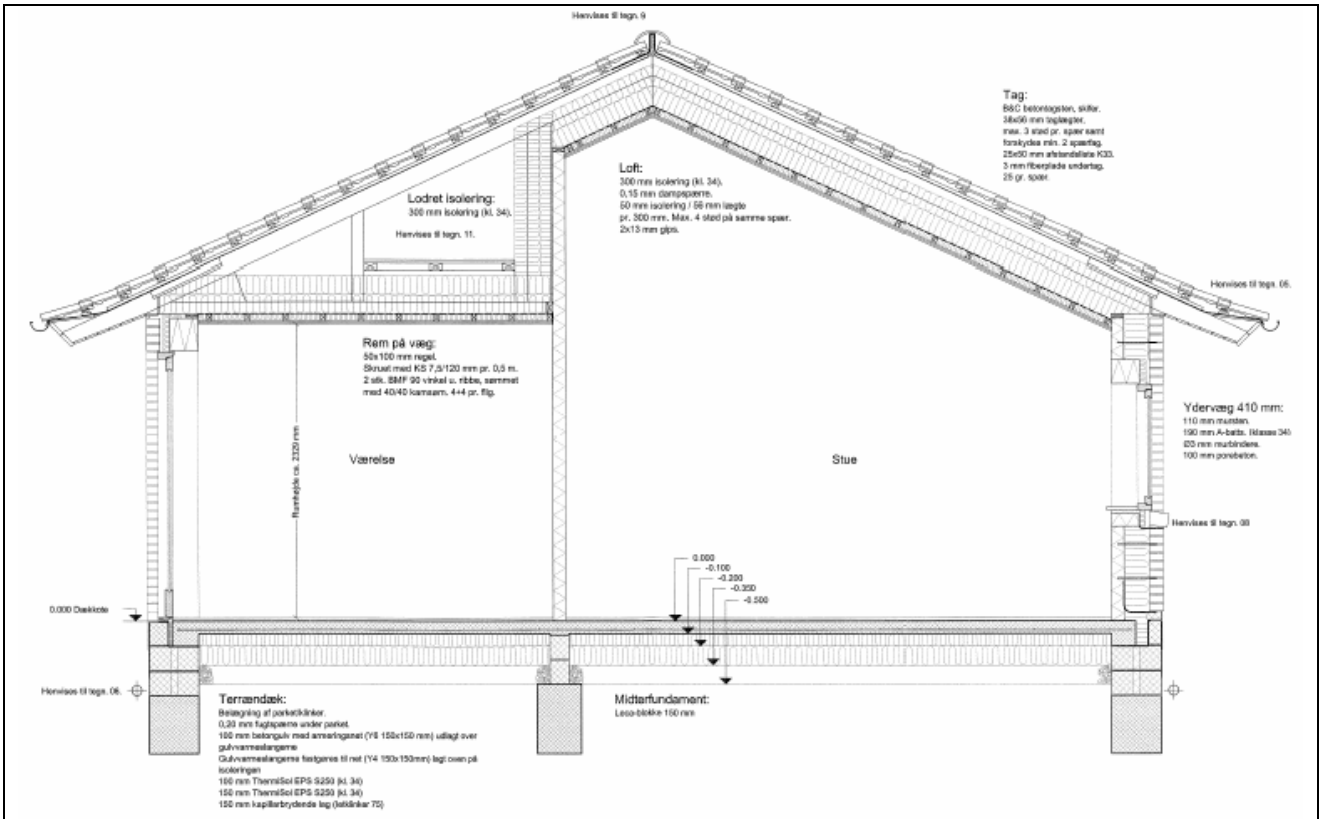


Entreprenør	Bülow og Nielsen		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	158		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	Mursten 190 mm A-batts 100 mm porebeton	190	0,15
Tag + loft	Betontagsten 350 mm isolering 2x13 mm gips	350	0,11
Terrændæk	Parket/klinker 100mm betongulv 250 mm EPS 150 mm letklinker	250	0,09
Vinduer/dør + type (navn)	Rationel type Domus 2 lags vinduer med argon		1,42 – 1,68

	Vindues/dør areal er 37,97 m^2 svarende til 24 %		
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,14
Ydervæg/vinduer			0,00
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Gas kedel type WGB til gulvvarme		
Ventilation – beskrivelse	Mekanisk ventilation Nilan Comfort 300 med varmgenvinding.		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type	Comfort 300		
Ventilations virkningsgrad (%)			
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	33,86		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning	0,95		
Termografering			
Andet			

Ejendomsadresse	**Rådyrleddet 17**

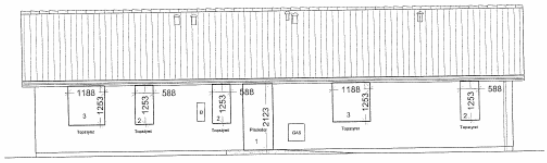




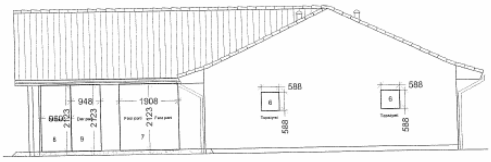
Entreprenør	PERA Byg		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	183		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	11cm tegl 225 mm isolering 100mm leca helvægselementer	225	Ydervæg med sten: 0,14 Ydervæg uden sten: 0,15
Tag + loft	Vingetegl 325 mm isolering	325	0,11
Terrændæk	Trægulv/klinker 100mm betondæk 225mm Sundolitt	225	0,13
Vinduer/dør + type (navn)	Vinduer med 2 lags optitherm glas sn 1.1 Vindues/dør areal er 34 m^2 svarende til 19 %		1,37 – 1,65
Linietab			**W/mK**
Fundamenter	2 Lecaterm®-blokke med 75 mm isolering. Bredde 390 mm		0,14
Ydervæg/vinduer			0,00

Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Gas opvarmning med kondenserende gaskedel til gulvvarme overalt. Gulvvarme i alle rum – styret med rumtermostater og motorventiler.		
Ventilation – beskrivelse	Mekanisk ventilation Nilan Comfort 300 + med varmgenvinding.		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type	Comfort 300+		
Ventilations virkningsgrad (%)	65% (Exhausto VEX 1,5 varmegenvinding)		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	34		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning	2,43		
Termografering			
Andet			

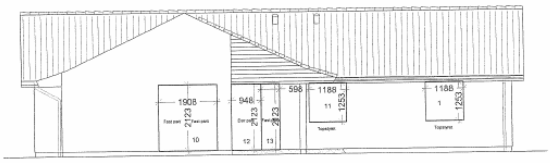
Ejendomsadresse	Rådyrleddet 18



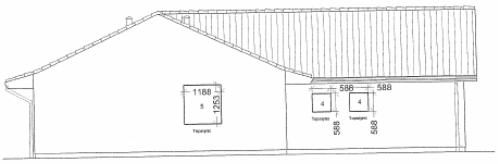
Indgangsfacade mod øst



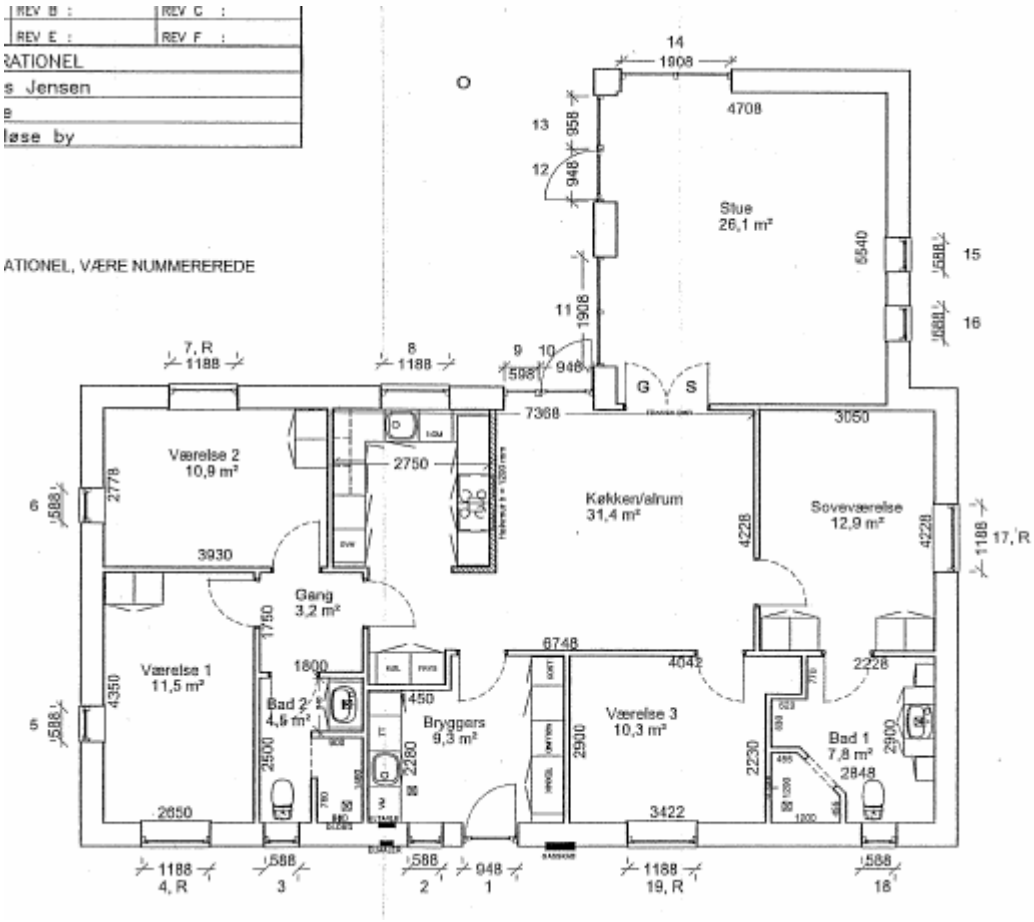
Gavl mod syd

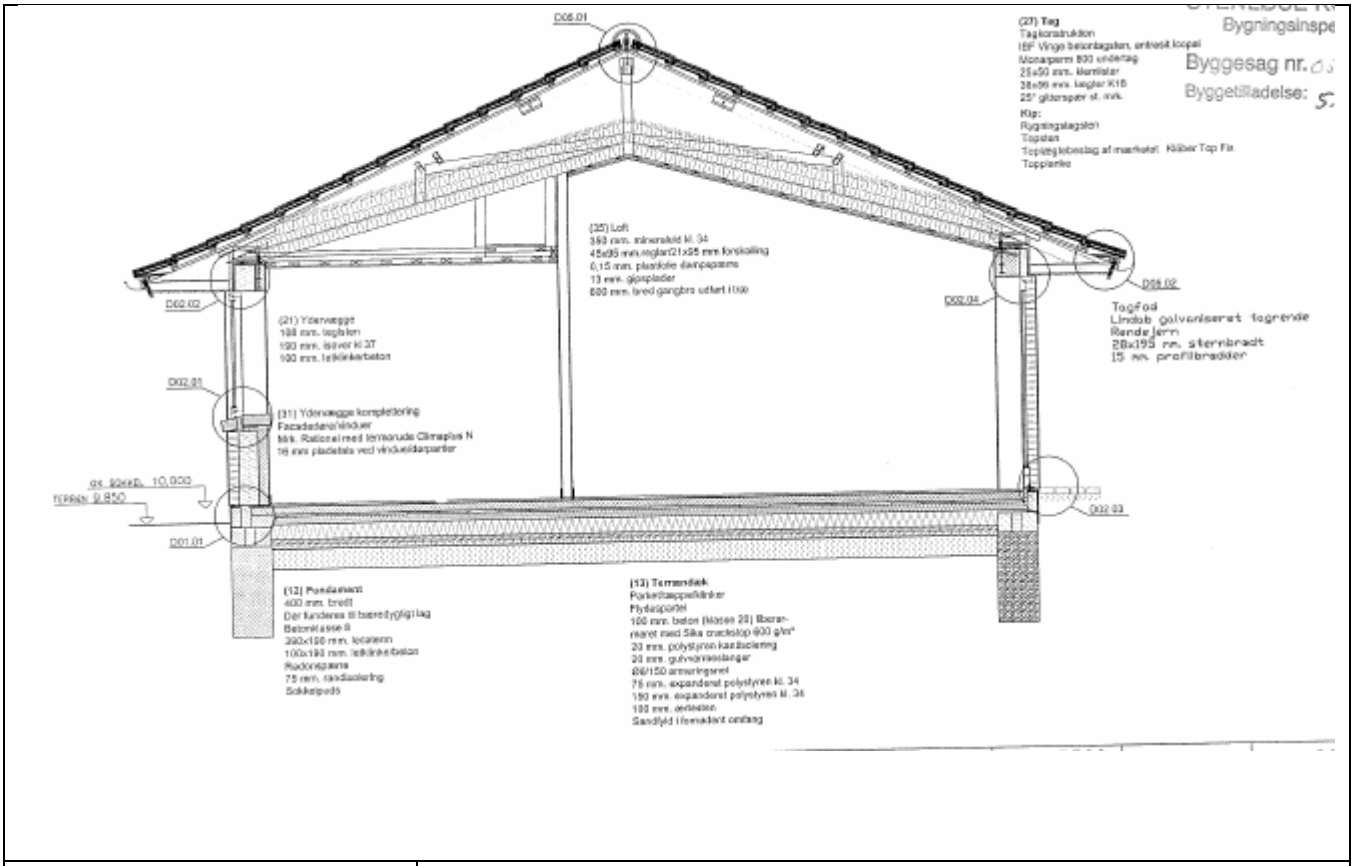


Havefacade mod vest



Gavl mod nord

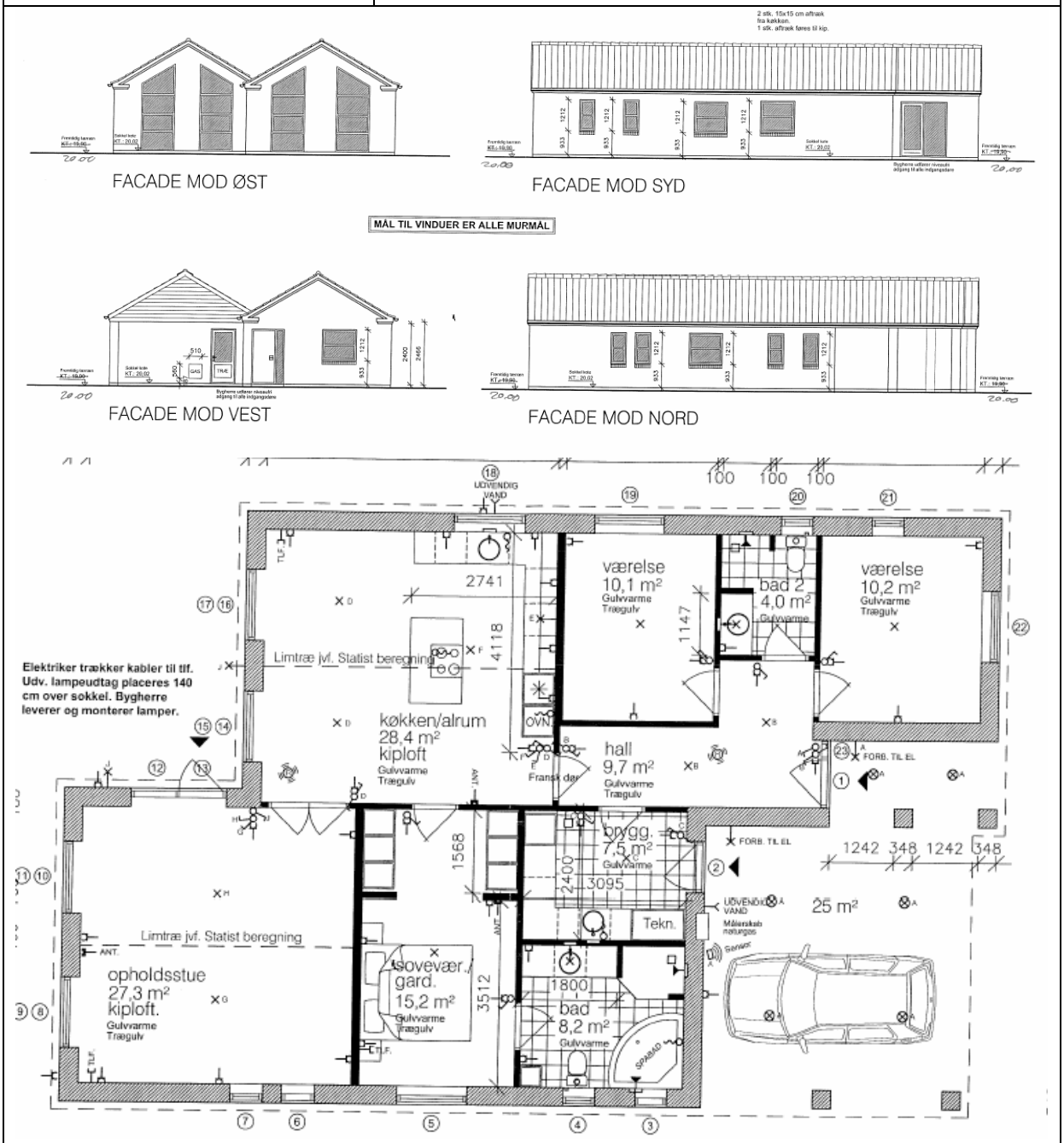


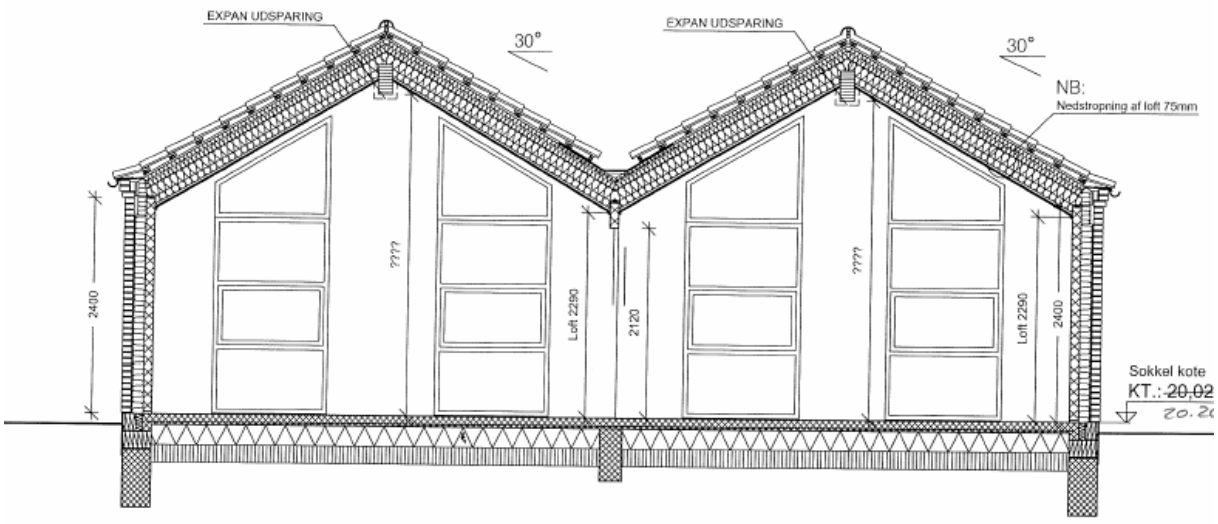


Entreprenør	OC-Huset		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	154		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	108 mm Teglsten 190 isolering klasse 37 100 mm letklinkebeton	190	0,16
Tag + loft	Betontagsten/spær 350 mm mineraluld klasse 34 13 mm gips	350	0,1
Terrændæk	Parket/klinker 100mm betongulv Gulvvarmeslanger 225 EPS klasse 34 100 mm ærtesten	225	0,107
Vinduer/dør + type (navn)	Rationel Climaplus N 2 lags vinduer med argon Vindues/dør areal er 31,72 m^2 svarende til 20,6 %		1,47 – 1,67
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,14

Ydervæg/vinduer			0,03
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Gaskedel med varmtvandsbeholder		
Ventilation – beskrivelse	NRGiVent 300 Vølund		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type	NRGiVent 300 Vølund, modstrøms varmeveksler		
Ventilations virkningsgrad (%)	Op til 95 %		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	33,6 (varmetab: 3759 W; ramme: 4963 W)		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning	1,11		
Termografering			
Andet			

Ejendomsadresse	**Rådyrleddet 19**

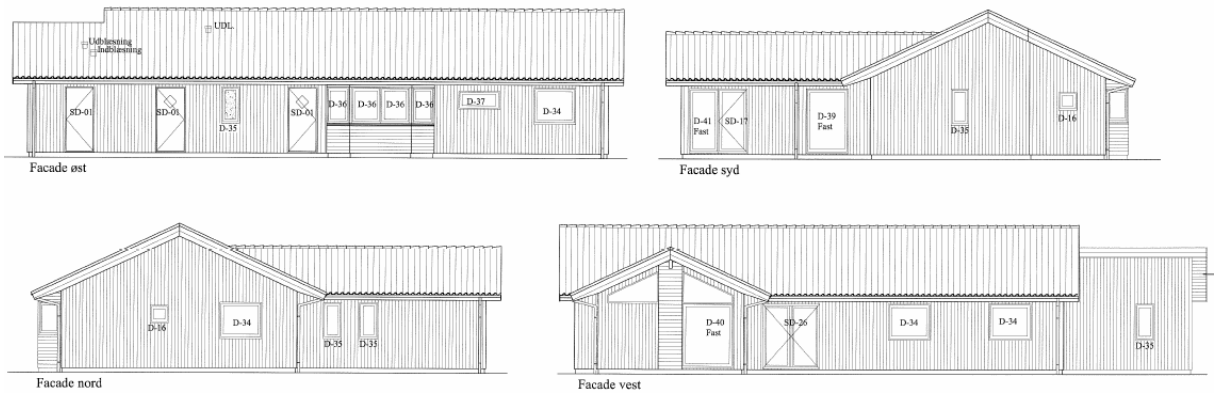




Entreprenør	A/Z Huse A/S		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	143,6		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isolerings-tykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	108 tegl formur 125 mm murbatts 100 mm EXPAN element	125	0,28
Tag + loft	Betontagsten lægter afstandslister gitterspær 425 mm Rockwool spærfod loftbeklædning	425	0,11
Terrændæk	30 mm murfolie 110 mm beton 75 mm polystyrol kantisolering 295 mm isoleringslag 200 mm komprimeret sand	295	0,11 (gulvvarme)
Vinduer/døre + type (navn)	Scanglas Climaplus Vindues/dør areal er 43 m^2 svarende til 29,9 %		1,4-1,8
Linjetab			
Fundamenter			0,17

Vinduer og Døre			
Teknik			
Opvarmning – beskrivelse	Gaskedel Vaillant Classic Vu 122 Gulvvarme: Megaterm		
Ventilation – beskrivelse (hvor stor : kW, type,)	Balanceret ventilation: Air Minder AM290		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type, effektivitet	Integreret i ventilationsanlæg		
Ventilations virkningsgrad (%)	90		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	34		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning	2,74		
Termografering			
Andet	Huset har spabad		

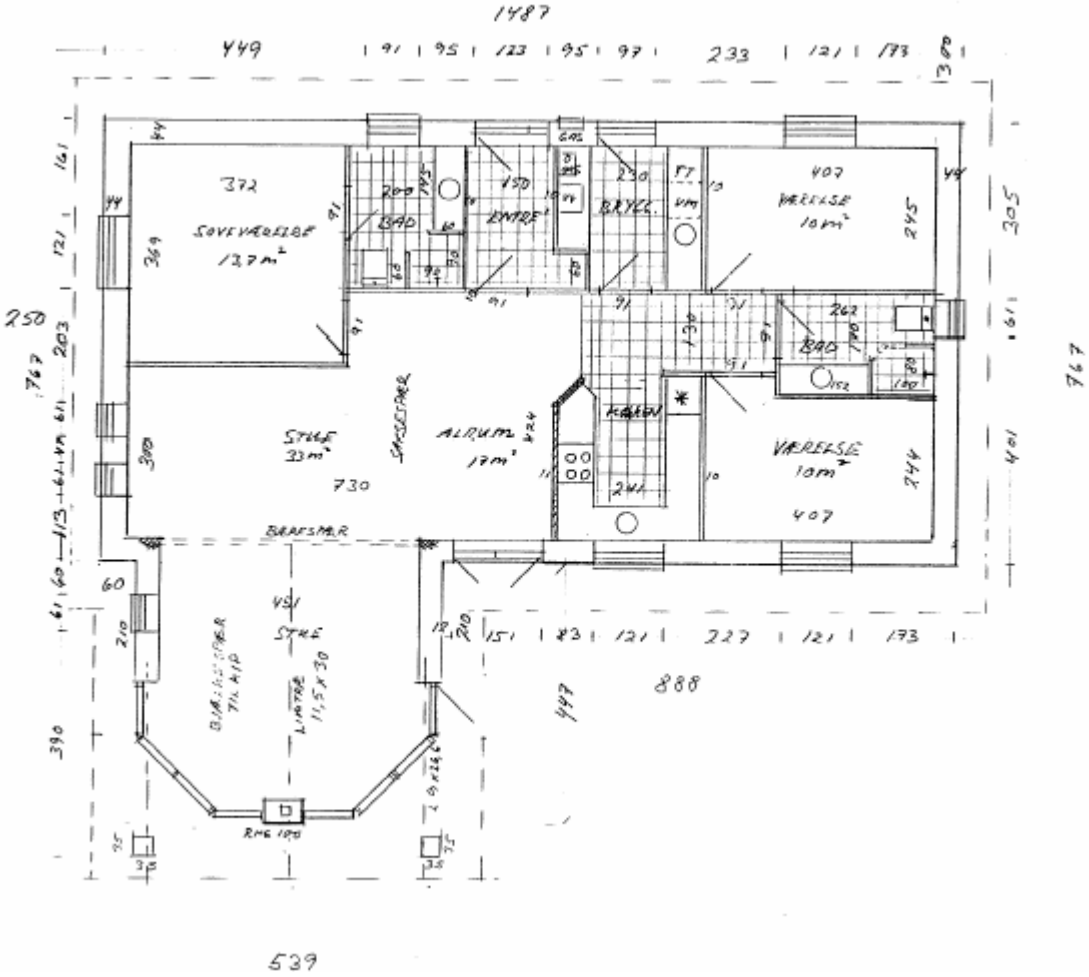
Ejendomsadresse	**Rådyrleddet 20**

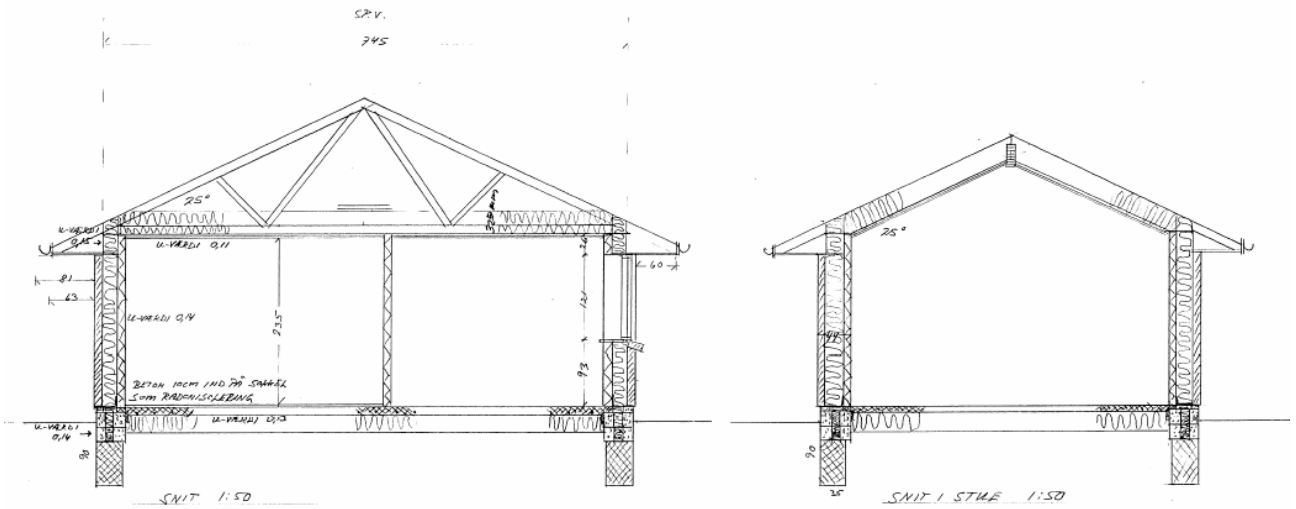


Entreprenør	Skare Byg Seest huse		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	155 m^2		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1 plan		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isolerings-tykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	Gips 285 mm isolering Seest-profil	285	0,15
Tag + loft	1) Tagsten Loftsrum 430 mm isolering Loftsbeklædning 2) Tagsten Spær 330 mm isolering Loftsbeklædning	430 330	0,08 0,13
Terrændæk	Gulvklinker 120 mm beton 300 mm isolering sand	300	0,10
Vinduer/døre + type (navn)	Kappa Energi Super 1,1 Vindues/dør areal er 36 m^2 svarende til 23,2 %		1,3-1,6
Linjetab			**W/mK**
Fundamenter			0,207

Vinduer og Døre			0,03
Teknik			
Opvarmning – beskrivelse	Gasfyr – Europur ydelse 3-16 kW		
Ventilation – beskrivelse (hvor stor : kW, type,)	Mekanisk ventilation - Nilan VP 18		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type, effektivitet	Nilan VP 18		
Ventilations virkningsgrad (%)	60		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	36,7		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning	Foretages efterår 2007		
Termografering			
Andet	God fundamentsdetalje		

Ejendomsadresse	Rådyrleddet 21

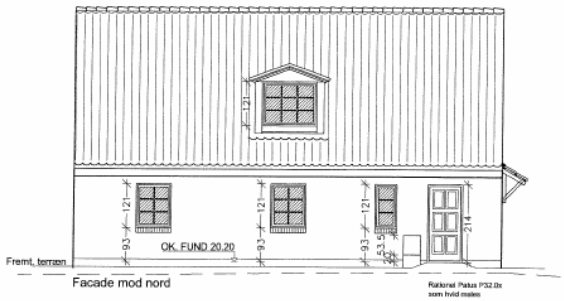


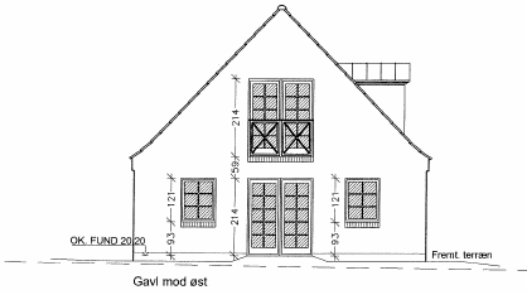


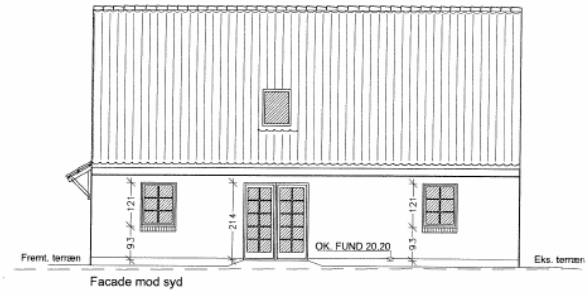
Entreprenør	Pare Byg aps. Mellemtoften 3, 4040 Jyllinge		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	138		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	11cm tegl 225 mm isolering 5 cm træskellet 10 cm leca helvægselementer	225	0,14
Tag + loft	Vingetegl 325mm isolering trælofter	325	0,11
Terrændæk	trægulv - gulvvarme 100mm beton 225mm Sundolitt	225	0,13
Vinduer/dør + type (navn)	Thybo Vinduer Vindues/dør areal er 34,1 svarende til 24,7 %		1,08-1,44
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,14
Ydervæg/vinduer			0,14
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Gasfyr Gulvvarme i alle rum		
Ventilation – beskrivelse	Mekanisk ventilation Nilan Comfort 300 med varmegenvinding		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type	Comfort 300+ regner med varmegenvindings 94 %		

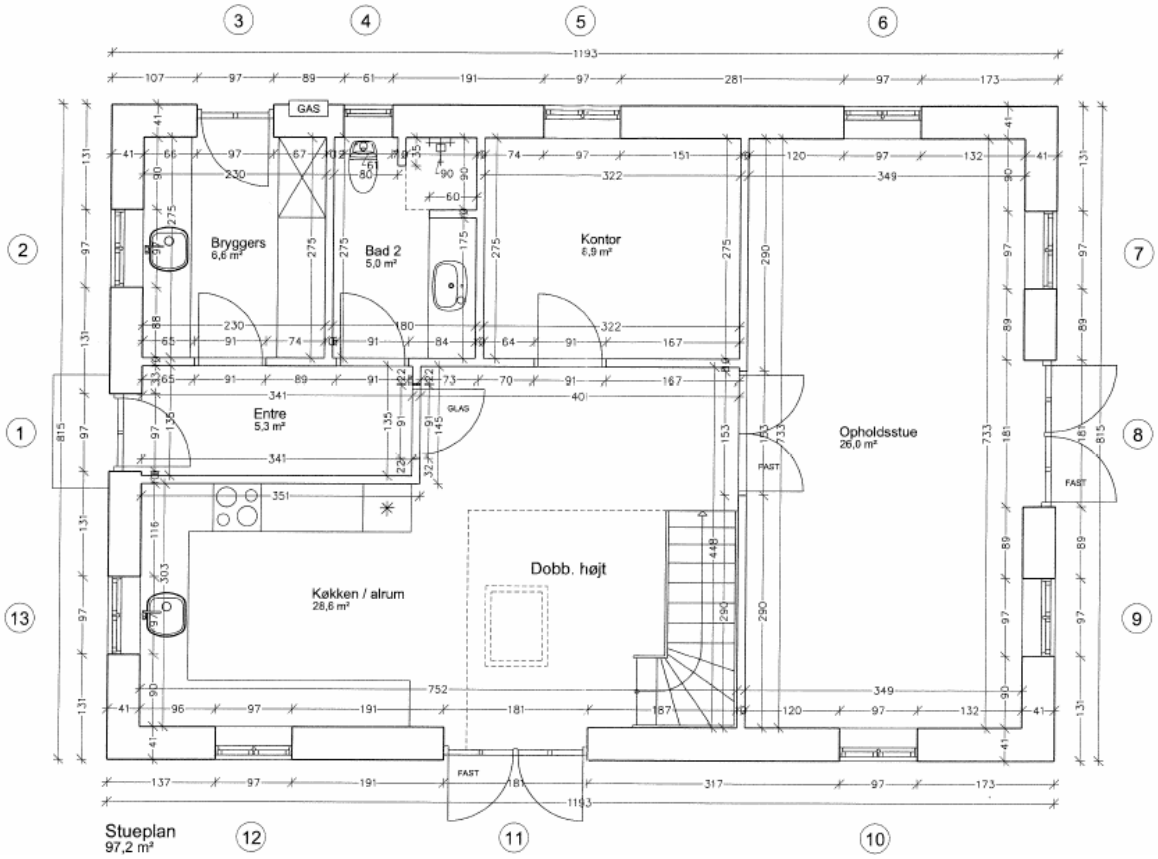
Ventilations virkningsgrad (%)	
	(kWh/m^2/år)
Beregnet varmebehov	34
	(l/s/m^2)
Tæthedsprøvning	1,87
Termografering	
Andet	Gulvvarmen bliver styret af rumtermostater og motorventiler

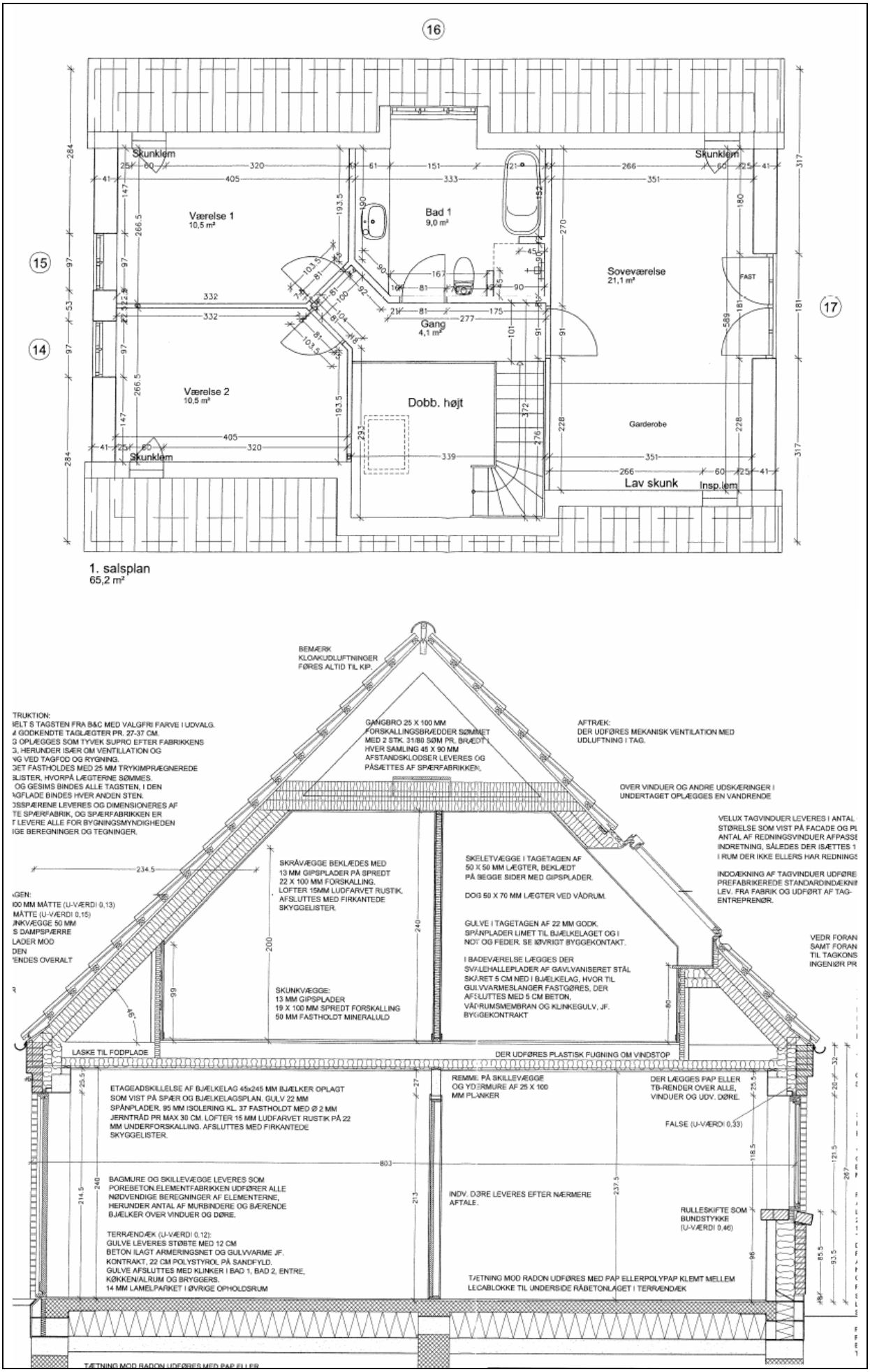
Ejendomsadresse	Rådyrleddet 22







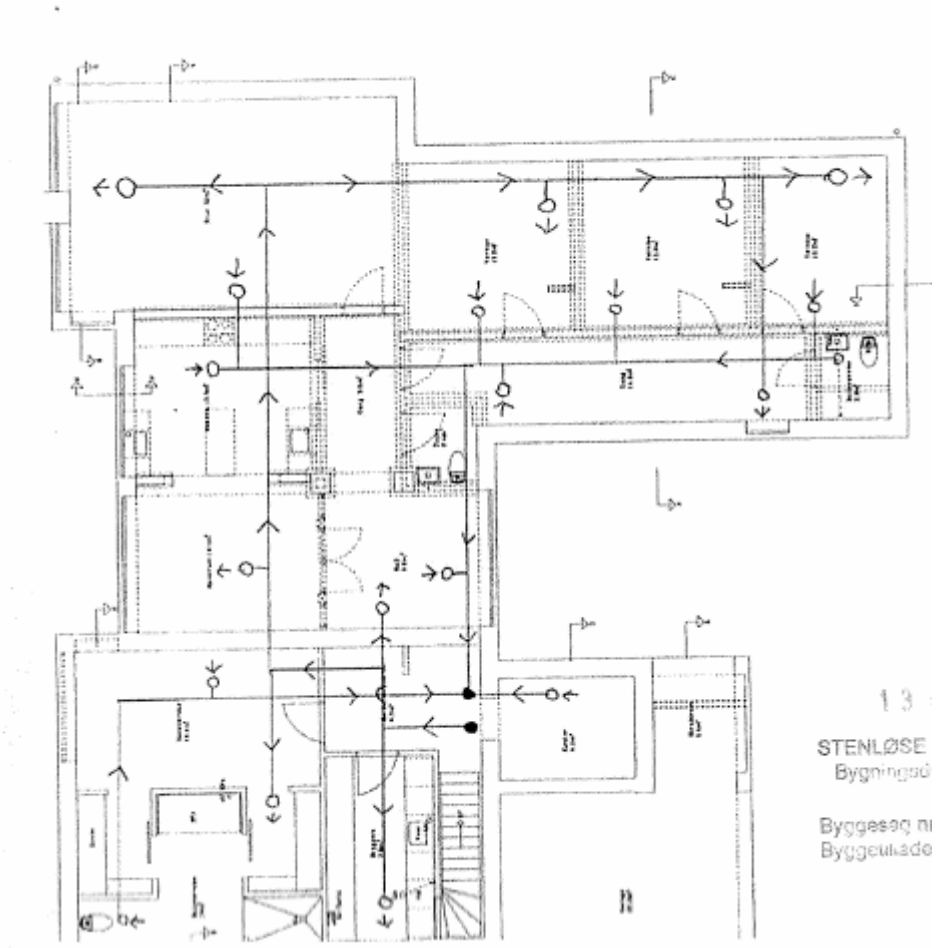


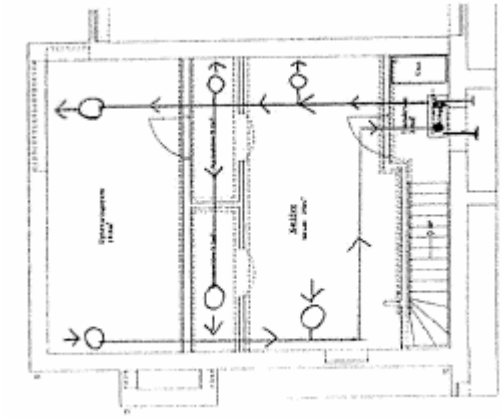

16
15
14
17
Skunklem
Skunklem
Skunklem
Insp.lem
Værelse 1
10,5 m²
Bad 1
9,0 m²
Soveværelse
21,1 m²
FAST
Gang
4,1 m²
Værelse 2
10,5 m²
Dobb. højt
Garderobe
Lav skunk
1. salsplan
65,2 m²
BEMÆRK
KLOAKUDLUFTNINGER
FØRES ALTID TIL KIP.
GANGBRO 25 X 100 MM
FORSKALLINGSBRÆDDER SØMMET
MED 2 STK. 31/80 SØM PR. BRÆDT I
HVER SAMLING 45 X 90 MM
AFSTANDSKLODSER LEVERES OG
PÅSÆTTES AF SPÆRFABRIKKEN.
AFTRÆK:
DER UDFØRES MEKANISK VENTILATION MED
UDLUFTNING I TAG.
OVER VINDUER OG ANDRE UDSKÆRINGER I
UNDERTAGET OPLÆGGES EN VANDRENDE
SKRÅVÆGGE BEKLÆDES MED
13 MM GIPSPLADER PÅ SPREDT
22 X 100 MM FORSKALLING.
LOFTER 15MM LUDFARVET RUSTIK.
AFSLUTTES MED FIRKANTEDE
SKYGGELISTER.
SKELETVÆGGE I TAGETAGEN AF
50 X 50 MM LÆGTER, BEKLÆDT
PÅ BEGGE SIDER MED GIPSPLADER.
DOG 50 X 70 MM LÆGTER VED VÅDRUM.
GULVE I TAGETAGEN AF 22 MM GODK.
SPÅNPLADER LIMET TIL BJÆLKELAGET OG I
NOT OG FEDER. SE IØVRIGT BYGGEKONTAKT.
I BADEVÆRELSE LÆGGES DER
SVALEHALLEPLADER AF GAVLVANISERET STÅL
SKÅRET 5 CM NED I BJÆLKELAG, HVOR TIL
GULVVARMESLANGER FASTGØRES, DER
AFSLUTTES MED 5 CM BETON,
VÅDRUMSMEMBRAN OG KLINKEGULV, JF.
BYGGEKONTRAKT
SKUNKVÆGGE:
13 MM GIPSPLADER
19 X 100 MM SPREDT FORSKALLING
50 MM FASTHOLDT MINERALULD
LASKE TIL FODPLADE
DER UDFØRES PLASTISK FUGNING OM VINDSTOP
ETAGEADSKILLELSE AF BJÆLKELAG 45x245 MM BJÆLKER OPLAGT
SOM VIST PÅ SPÆR OG BJÆLKELAGSPLAN. GULV 22 MM
SPÅNPLADER. 95 MM ISOLERING KL. 37 FASTHOLDT MED Ø 2 MM
JERNTRÅD PR MAX 30 CM. LOFTER 15 MM LUDFARVET RUSTIK PÅ 22
MM UNDERFORSKALLING. AFSLUTTES MED FIRKANTEDE
SKYGGELISTER.
REMME PÅ SKILLEVÆGGE
OG YDERMURE AF 25 X 100
MM PLANKER
DER LÆGGES PAP ELLER
TB-RENDER OVER ALLE,
VINDUER OG UDV. DØRE.
FALSE (U-VÆRDI 0,33)
BAGMURE OG SKILLEVÆGGE LEVERES SOM
POREBETON.ELEMENTFABRIKKEN UDFØRER ALLE
NØDVENDIGE BEREGNINGER AF ELEMENTERNE,
HERUNDER ANTAL AF MURBINDERE OG BÆRENDE
BJÆLKER OVER VINDUER OG DØRE.
INDV. DØRE LEVERES EFTER NÆRMERE
AFTALE.
RULLESKIFTE SOM
BUNDSTYKKE
(U-VÆRDI 0,46)
TERRÆNDÆK (U-VÆRDI 0,12):
GULVE LEVERES STØBTE MED 12 CM
BETON ILAGT ARMERINGSNET OG GULVVARME JF.
KONTRAKT, 22 CM POLYSTYROL PÅ SANDFYLD.
GULVE AFSLUTTES MED KLINKER I BAD 1, BAD 2, ENTRE,
KØKKEN/ALRUM OG BRYGGERS.
14 MM LAMELPARKET I ØVRIGE OPHOLDSRUM
TÆTNING MOD RADON UDFØRES MED PAP ELLERPOLYPAP KLEMT MELLEM
LECABLOKKE TIL UNDERSIDE RÅBETONLAGET I TERRÆNDÆK
TÆTNING MOD RADON UDFØRES MED PAP ELLER

Entreprenør	Frydkjær A/S Sjælland		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	163		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1 ½		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isolerings-tykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	Facadesten 190 mm mineraluld	190	0,17
Tag + loft	tagsten taglægter 300 mm måtte/240 mm måtte (skråvæg) 50 mm batts 13 mm gipsvægge	300/240 (skrå-væg)	0,13
Terrændæk	Klinker og lamelparket 120 mm beton ilagt armeringsnet og gulvvarme 220 mm polystyrol sandlag	220	0,135
Vinduer/døre + type (navn) + A	Rationel Velux (tagvinduer) Vindues/dør areal er 27 m^2 svarende til 16,6 %		1,2-1,7
Linjetab			**W/mK**
Fundamenter			0,15
Vinduer og Døre			0,01
Indvendige fundamenter			0,03
Teknik			
Opvarmning – beskrivelse	Gas		
Ventilation – beskrivelse (hvor stor: kW, type,)	Mekanisk		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type, effektivitet	Nilan 300 Comfort		
Ventilations virkningsgrad (%)	87		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	33		
	($l/s/m^2$)		

Tæthedsprøvning	1,7
Termografering	
Andet	

Ejendomsadresse	**Rådyrleddet 23**

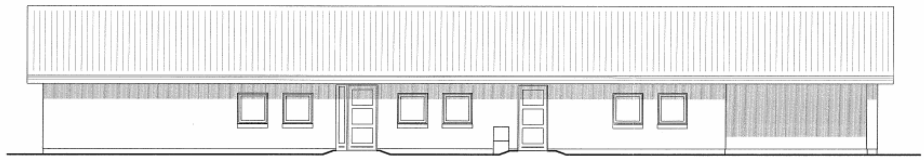


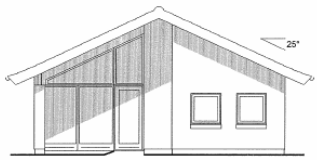


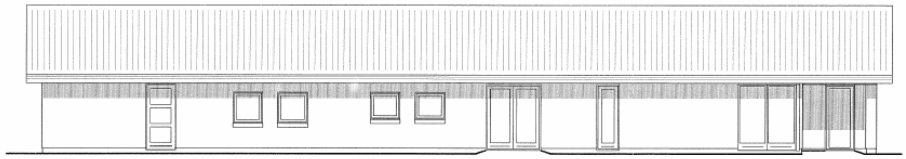
Entreprenør	Selv bygger: Claus Rasmussen		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	234 (Total: 292,6 - kælder: 66 m^2, Carport: 35 m^2)		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	2		
Konstruktionstype	Beskrivelse	Isolerings-	**U-værdi**

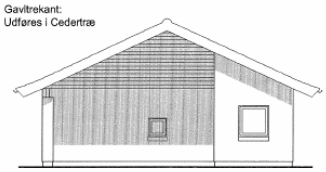
	(muret, let, træ etc)	tykkelse (mm)	(W/m^2 K)
Væg	100 mm tegl 190 mineraluld 110 mm tegl	190	0,17
Tag + loft	Tagpap på brædder. 325 mm mineraluld 2 x 16 mm gips	325	0,09
Terrændæk	trægulv eller klinker 100 mm beton (gulvvarme) 300 mm sundolit	300	0,11 (gulvvarme)
Kældervæg	10 mm puds 380 mm fundablokke 100 mm polystyren	100	0,19
Kældergulv	Klinker 110 mm beton 300 mm polystyren 100 mm drænlag	300	0,10
Vinduer/døre + type (navn) + A	Velfac Vindues/dør areal er 85 m^2 svarende til 29,2%		1,26-2,1
Linjetab			**W/mK**
Fundamenter			0,13 (gulvvarme)
Vinduer og Døre			0,03
Indvendige fundamenter			0,03
Teknik			
Opvarmning – beskrivelse	Kondenserende gaskedel Weishaupt "Thermo Condens WTC 25A" 7,5 op til 25,2 kW		
Ventilation – beskrivelse (hvor stor : kW, type,)	Mekanisk ventilation		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type, effektivitet	NILAN Comfort 600 (luft/luft)		
Ventilations virkningsgrad (%)	91		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	32,6		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning	1,7		
Termografering			
Andet	Gode detailtegninger af samlinger ved fundament og loft/ydervæg Diverse store tegninger forefindes (for store til at kunne scannes)		

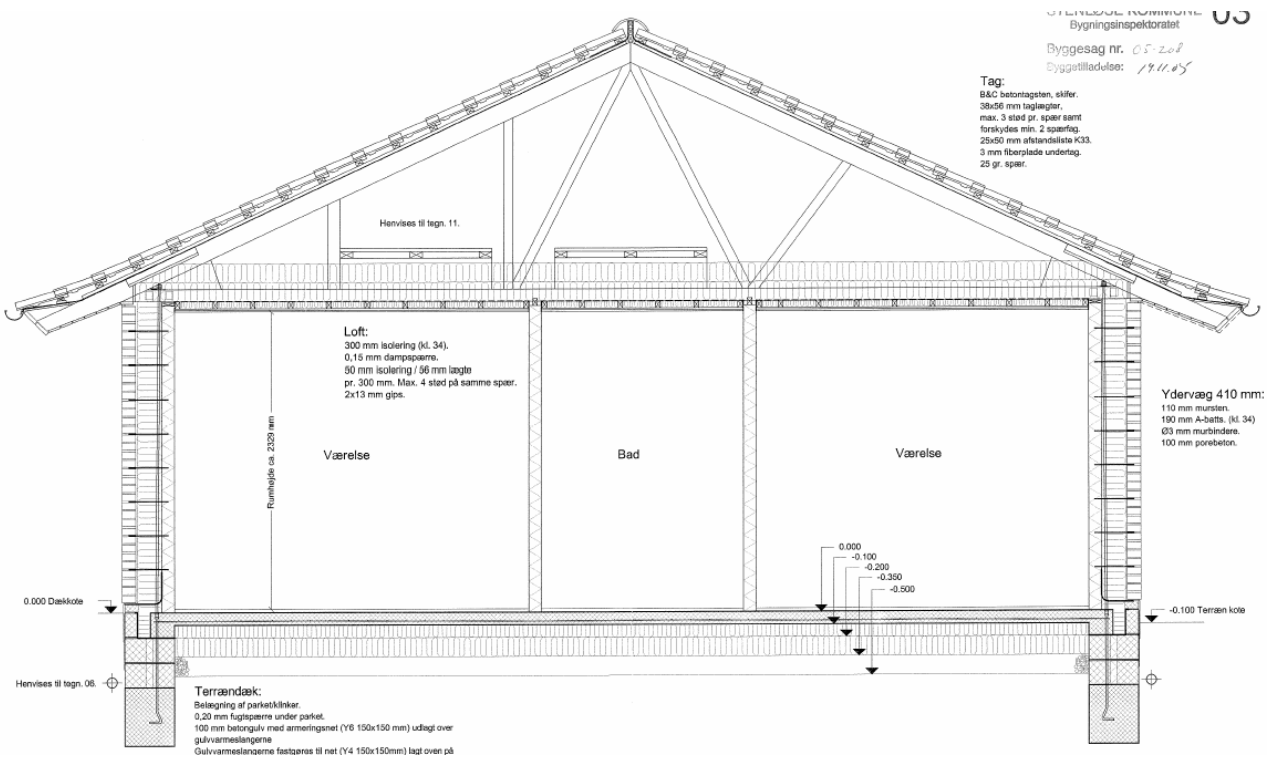
Ejendomsadresse	**Rådyrleddet 24**







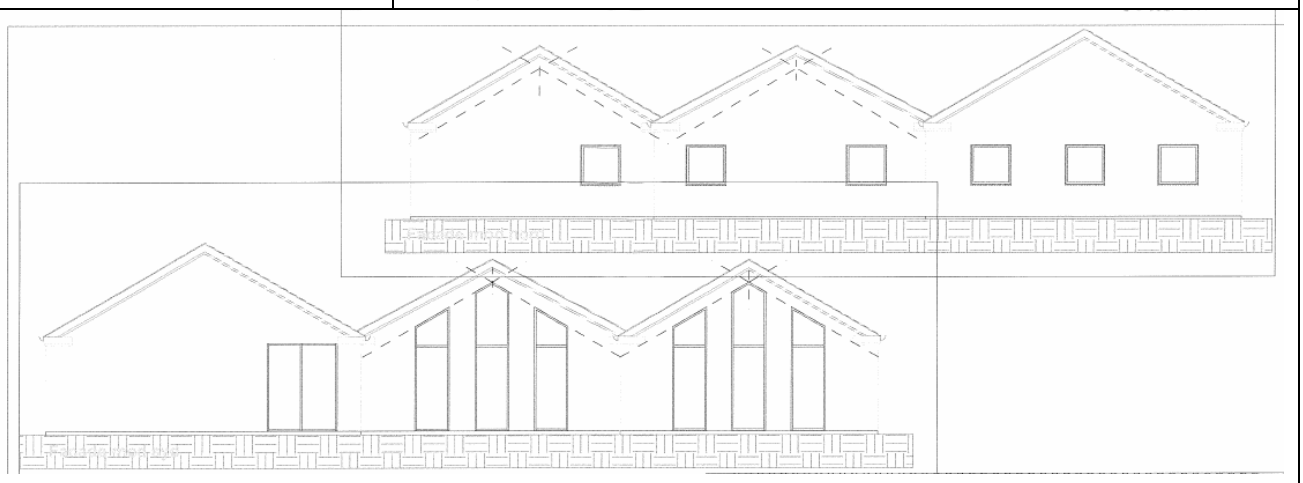


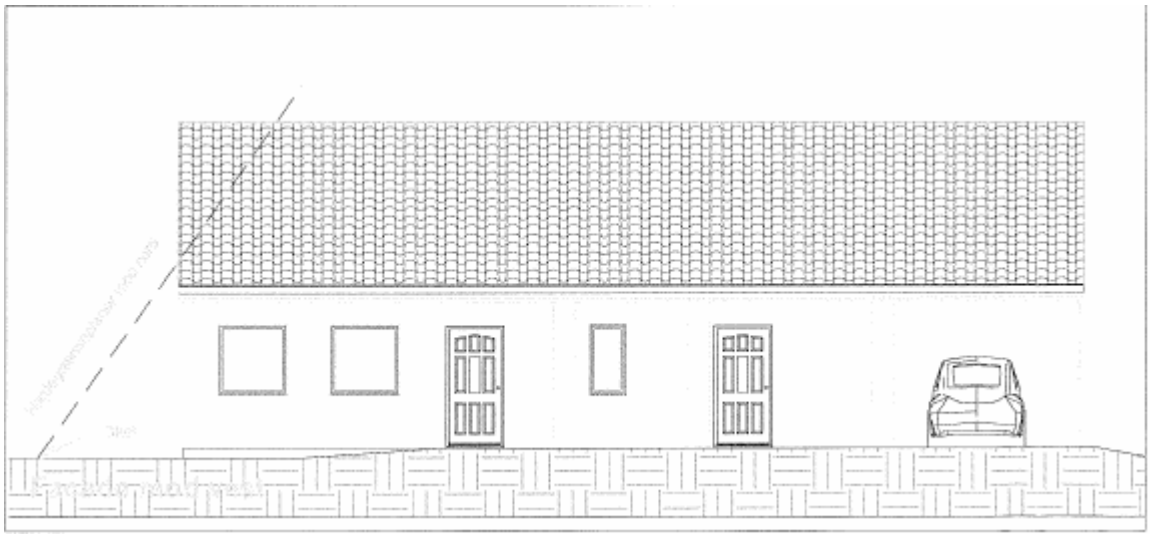


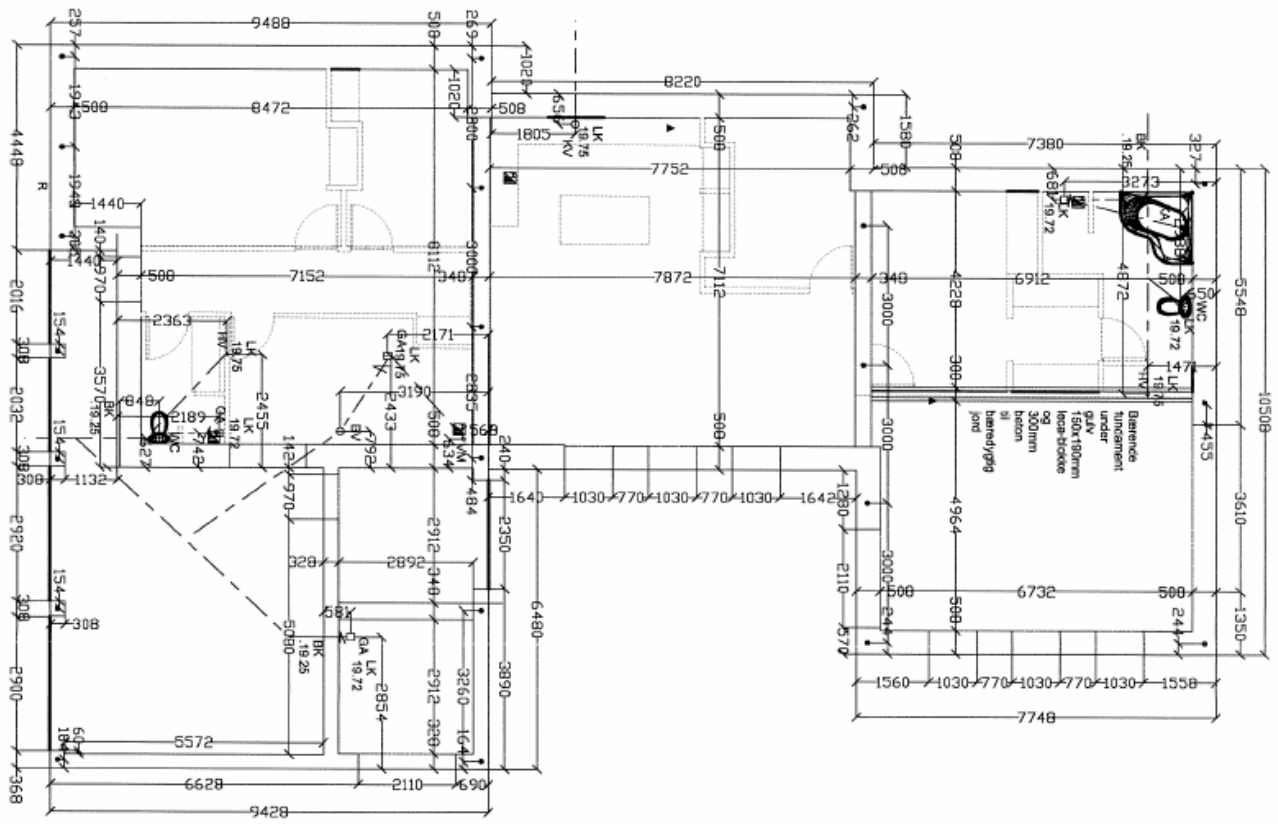
Entreprenør	Bülow og Nielsen, Sydmarken 42, 2860 Søborg		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	177		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	110 mm mursten 190 mm isolering	190	0,15

	100 mm porebeton		
Tag + loft	Beton tagsten loftrum 350mm isolering 2x13mm gibs	350	0,11
Terrændæk	Gulvbelægning trægulv 100mm betongdæk 250mm EPS 150mm letklinker	250	0,09
Vinduer/dør + type (navn)	Rationel Domus lavenergi Vindues/dør areal er 40 m^2 svarende til 22,6 %		1,4 - 1,68
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,14
Ydervæg/vinduer			0,0
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Gasfyr Gulvvarme		
Ventilation – beskrivelse	Nilan Comfort 300 A (op til 300 m^3/h)		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type			
Ventilations virkningsgrad (%)			
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	33,5		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning	1,45		
Termografering			
Andet			

Ejendomsadresse	**Rådyrleddet 25**



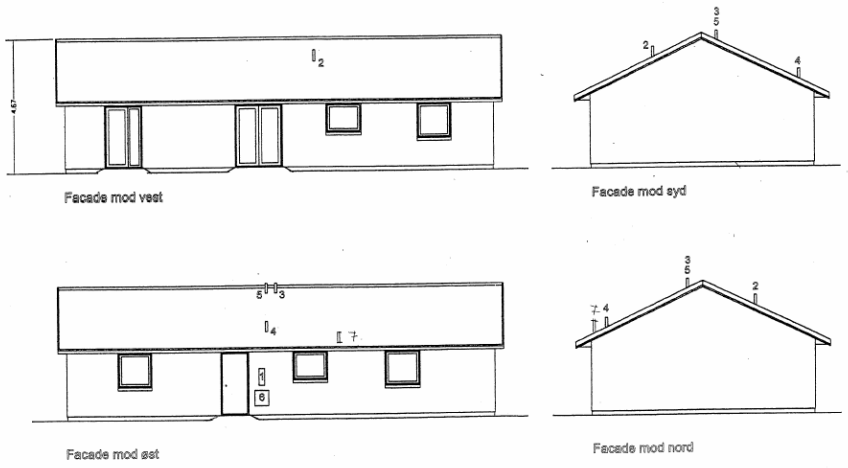


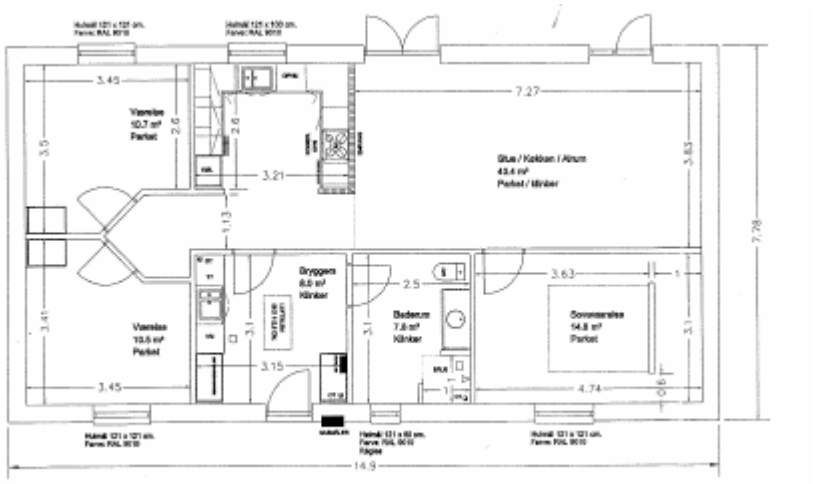


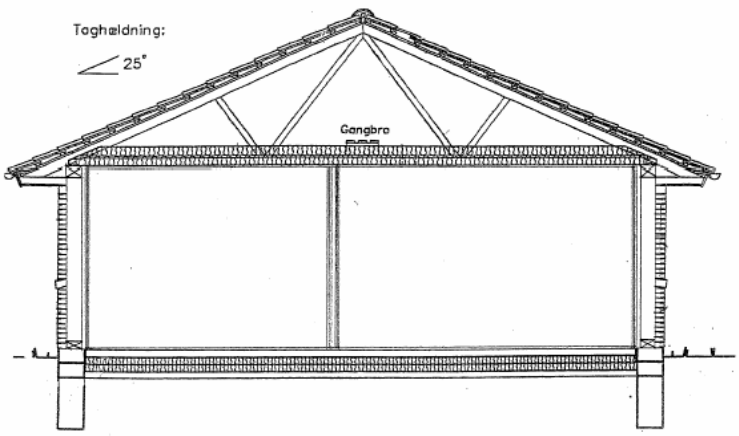
Entreprenør	Aarhus, Bygge teknik, Fusagervej 14, 8283 Himmerup		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	226		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	108 mm formur 300 mm murbatts 108 mm bagmur	300	0,11
Tag + loft	1)lettegl og loftsrum 450 mm mineraluld Høvlet brædder 2) tegl og 300 mm mineraluld Høvlet brædder	450 300	1) 0,065 2) 0,084
Terrændæk	gulvvarme gulvklinker/trægulv 100mm beton 300mm isolering EPS 150mm letklinker	300	0,11
Vinduer/dør + type (navn)	Velfac – lavenergi		1.4 – 1,8

	Vindues/dør areal er 55 m^2 svarende til 24,7 %		
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,13
Ydervæg/vinduer			0,03
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Gasfyr Vaillant eco tek Gulvvarme		
Ventilation – beskrivelse	Mekanisk ventilation		
Supplerende (fx solvarme)	Varmepumpe med jord som varmekilde Fighter 1220 effekt fra 4 – 10 kW		
Genvindingsanlæg, type	Nilan Comfort 300 A		
Ventilations virkningsgrad (%)			
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	30,4		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning	(Aug. 07: hus endnu ikke færdigbygget)		
Termografering			
Andet	Har gode tegninger		

Ejendomsadresse	**Rådyrleddet 27**

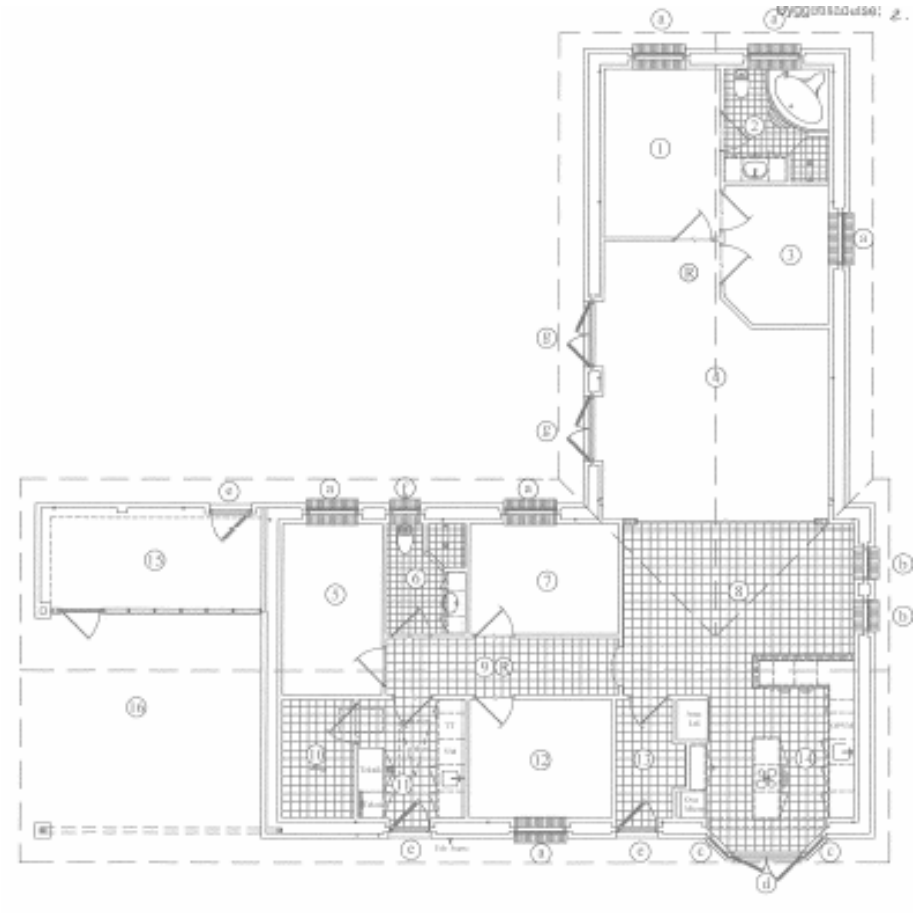






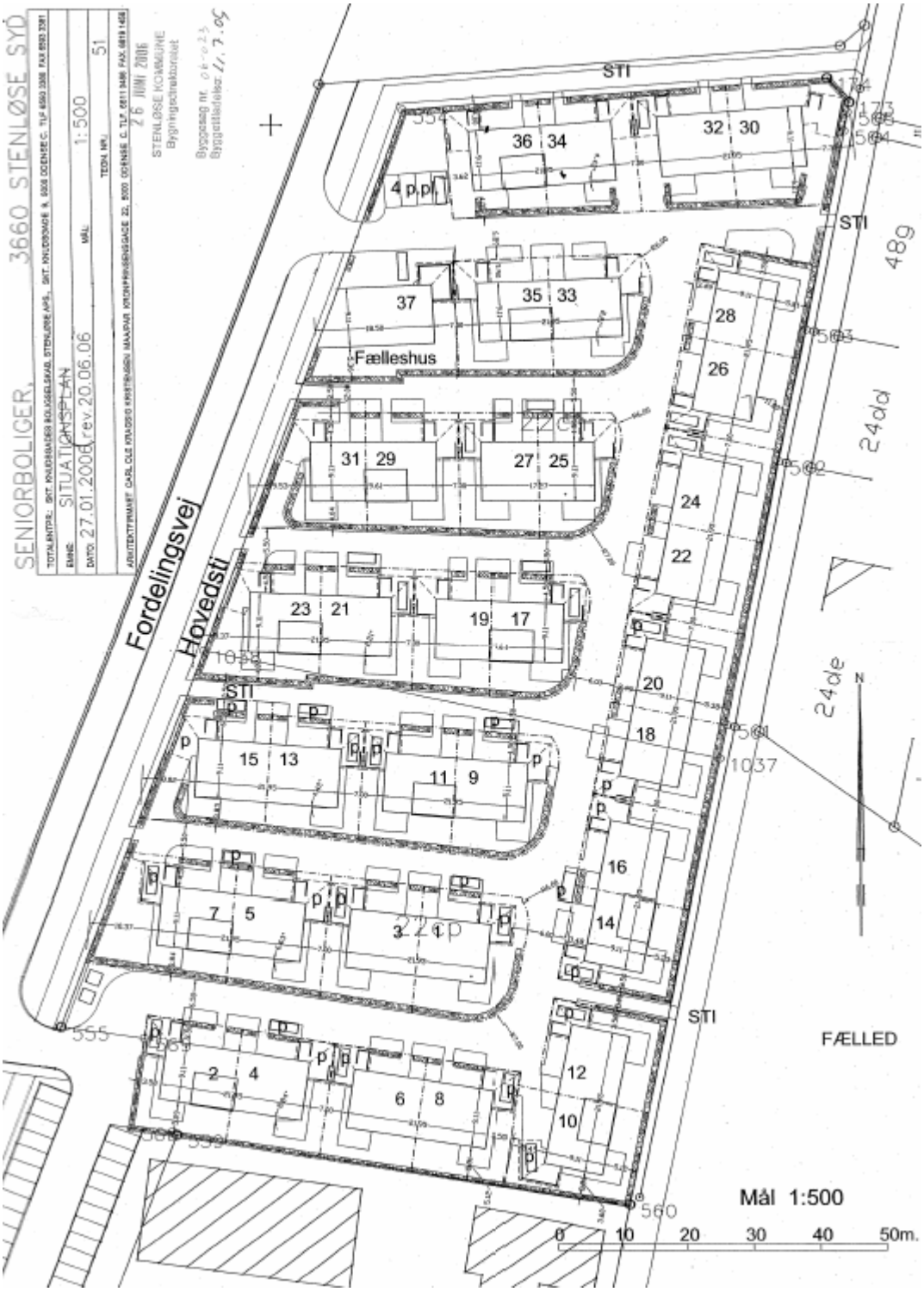
Entreprenør	Bygherre
	(m^2)
Opvarmet etageareal	116

	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	11cm tegl 225 mm isolering 5 cm træskelet 2x13 mm gips	225	0,12
Tag + loft	16mm træloft 375 mm isolering	375	0,09
Terrændæk	gulvvarme gulvklinker/trægulv afretning 100mm betondæk 300mm Sundolitt	300	0,11
Vinduer/dør + type (navn)	Rationel – lavenergi Vindues/dør areal er 14,65 m^2 svarende til 12,6 %		1,48 – 1,65
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,14
Ydervæg/vinduer			0,03
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Gasfyr Vailant Gulvvarme i alle rum		
Ventilation – beskrivelse	Nilan Comfort 300 A		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type			
Ventilations virkningsgrad (%)			
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	34		
	($l/s/m^2$)		
Tæthedsprøvning	1,2		
Termografering			
Andet			

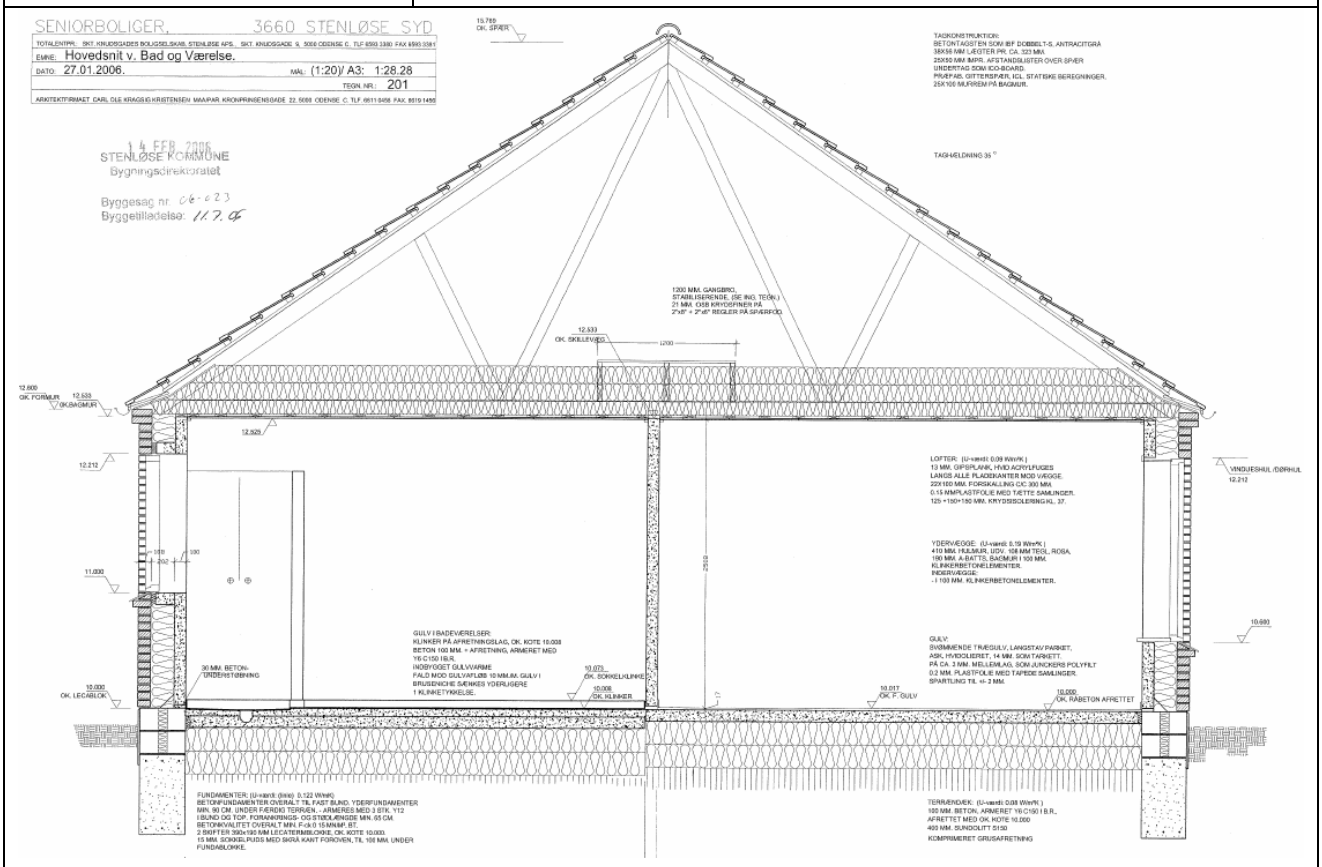
Ejendomsadresse	**Rådyrleddet 29**		
			
Entreprenør	SR-Design A/S		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	171		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isolerings-tykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	Teglsten type WT 261 Bretagne, delvis beklædning i lærketræ ved galv. 100 mm porebeton 2 x125 mm isolering, kl. 37	250	0,15
Tag + loft	Tag: B&C betontagsten	350	0,11

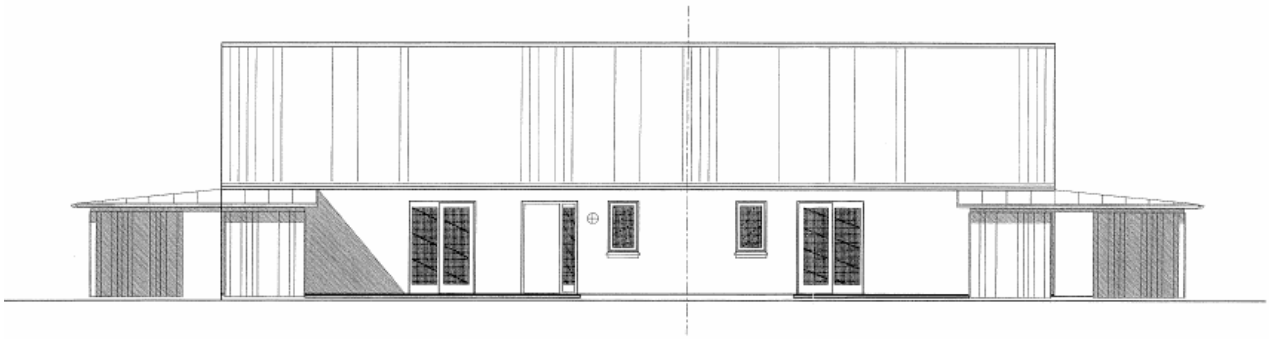
	2 lag 125 mm og 1 lag 100 mm isolering, kl. 37. profilbrædder		
Terrændæk	150 mm beton 220 mm polystyren sandfyld	220	0,12 (gulvvarme)
Vinduer/døre + type (navn)	Velfac Vindues/dør areal er 28,9 m^2 svarende til 17 %		1,6 – 1,92
Linjetab			**W/mK**
Fundamenter			0,05
Vinduer og Døre			0,03
Indvendige fundamenter			0,05
Teknik			
Opvarmning – beskrivelse	Gaskedel Vaillant Ecotec Exclusiv VC136 Gulvvarme		
Ventilation – beskrivelse (hvor stor : kW, type,)	Genvex GE 390 AC med varmeflade med by-pass		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type, effektivitet			
Ventilations virkningsgrad (%)	75		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	29,1		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning	1,6		
Termografering			
Andet			

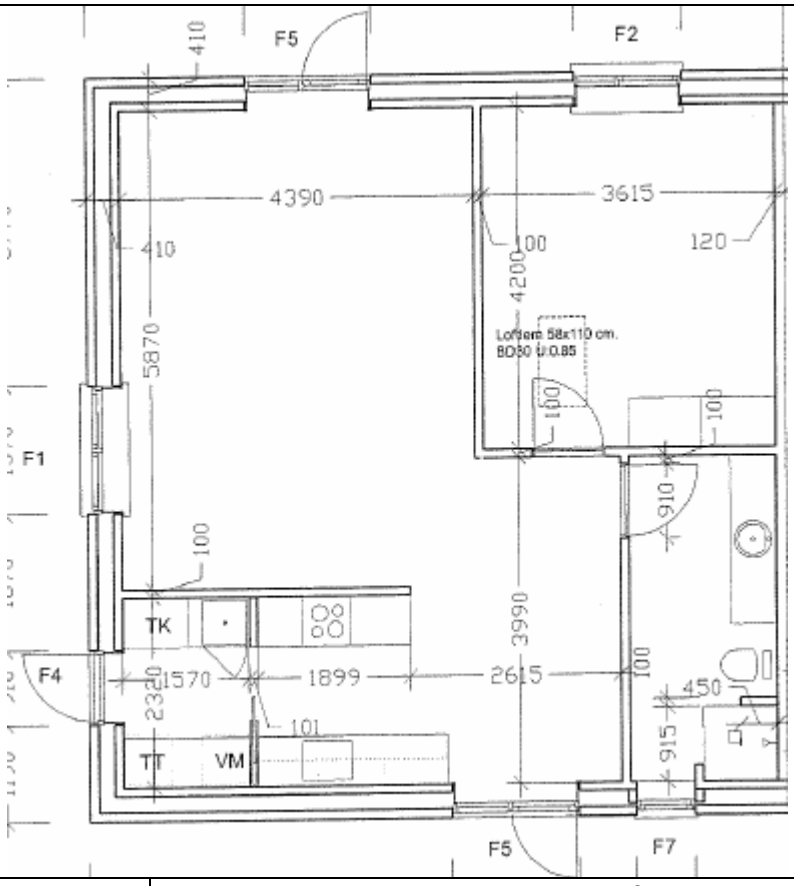
Hjorteleddet



Ejendomsadresse	**Hjorteleddet – nr. 19**







Entreprenør	Skt. Knudsgades Tømrer & Snedkerforretning, Skt. Knudsgade 9, 5000 Odense C		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	79		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	108 mm rosa tegl 190 mm Rockwool A-batts/ 100 mm i bagmur 100 mm klinker beton elementer	190/100	0,19
Tag + loft	18 mm krydsfiner 435 mm isolering 13 mm gips	435	0,088
Terrændæk	14 mm Trægulv 100 mm beton 400 mm Sundolitt Grus	400	0,078

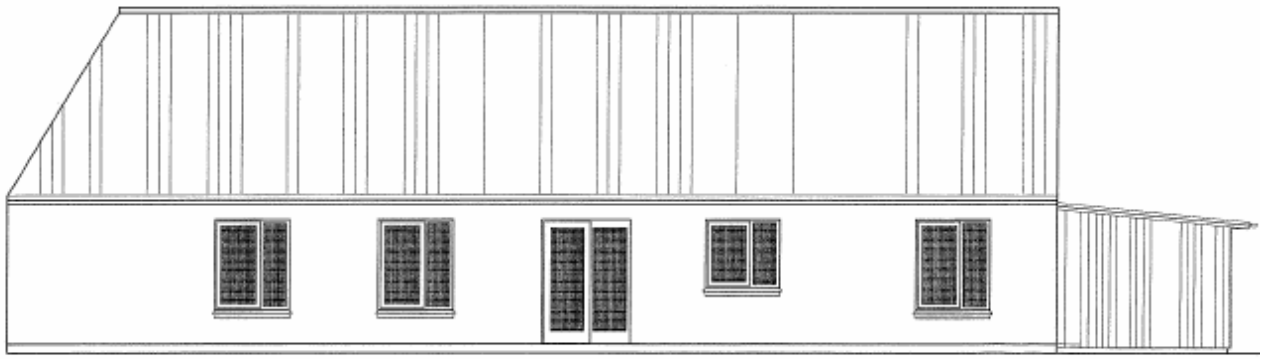
Vinduer/dør + type (navn)	Vildbjerg vinduet Vindues/dør areal er 14,65 m^2 svarende til 18,5 %		0,97-1,36
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,122
Ydervæg/vinduer			0,03
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Gaskedel Viessman - Fælles varmeanlæg		
Ventilation – beskrivelse	Mekanisk		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type	Genvex GE 390 AC		
Ventilations virkningsgrad (%)	85		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	29,61		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning			
Termografering			
Andet			

Ejendomsadresse	**Hjorteleddet – nr. 15**

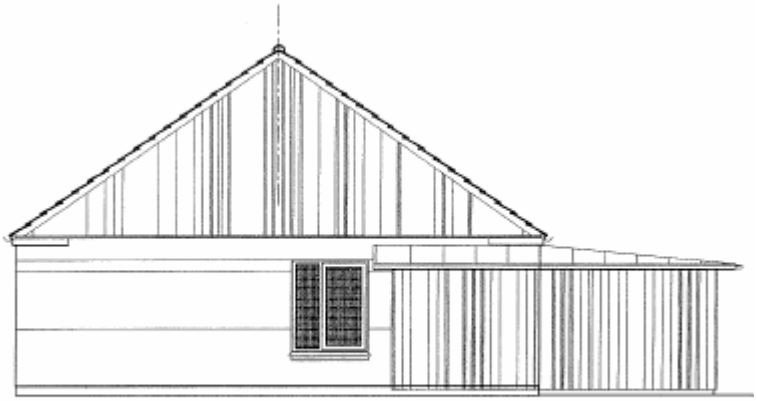
Entreprenør	Skt. Knudsgades Tømrer & Snedkerforretning, Skt. Knudsgade 9, 5000 Odense C		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	98		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	108 mm rosa tegl 190 mm Rockwool A-batts/ 100 mm i bagmur 100 mm klinker beton elementer	190/100	0,19
Tag + loft	18 mm krydsfiner 435 mm isolering 13 mm gips	435	0,088
Terrændæk	14 mm Trægulv 100 mm beton 400 mm Sundolitt	400	0,078

	Grus		
Vinduer/dør + type (navn)	Vindues/dør areal er 19,67 m^2 svarende til 20 %		0,98-1,36
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,122
Ydervæg/vinduer			0,03
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Gaskedel Viessman - Fælles varmeanlæg		
Ventilation – beskrivelse	Mekanisk		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type	Genvex GE 390 AC		
Ventilations virkningsgrad (%)	85		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	28,33		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning	1,2		
Termografering			
Andet			

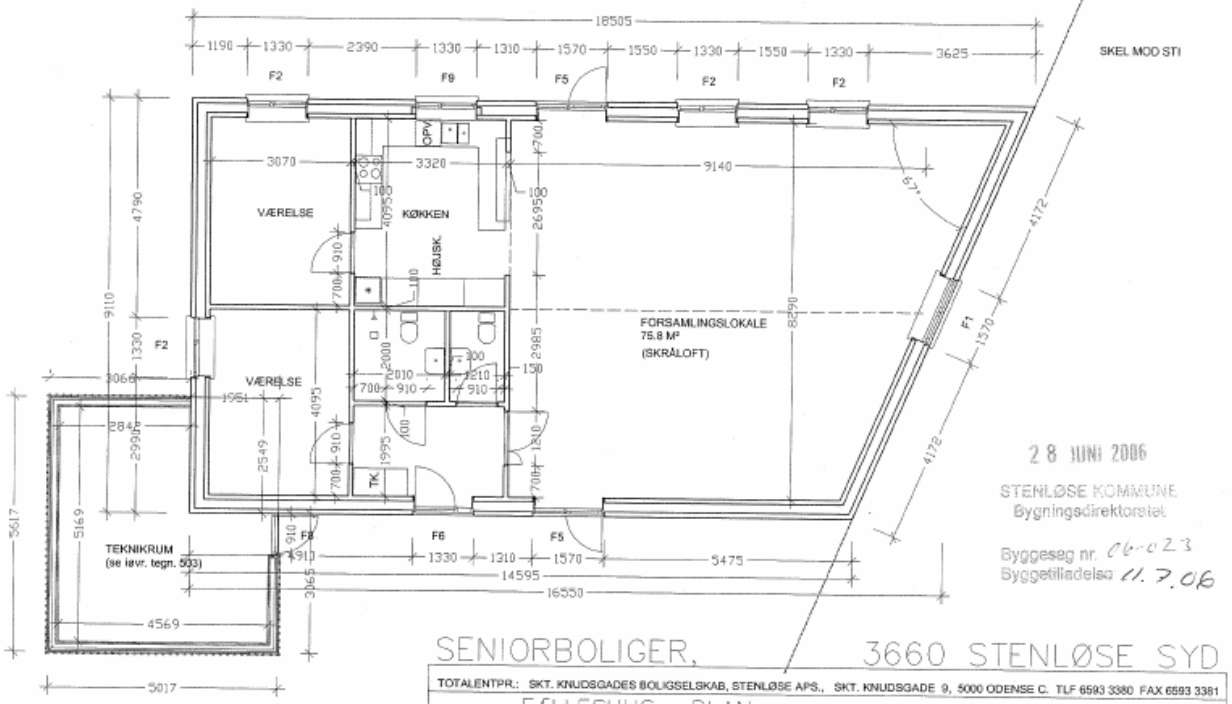
Ejendomsadresse	Hjorteleddet – fælleshus nr. 37



SYDFACADE



ØSTGAVL



28 JUNI 2006
STENLØSE KOMMUNE
Bygningsdirektoratet
Byggesag nr. 06-023
Byggetilladelse 11.7.06

SENIORBOLIGER, 3660 STENLØSE SYD

TOTALENTPR.:	SKT. KNUDSGADES BOLIGSELSKAB, STENLØSE APS., SKT. KNUDSGADE 9, 5000 ODENSE C. TLF 6593 3380 FAX 6593 3381
EMNE:	FÆLLESHUS, PLAN
DATO: 27.01.2006.rev.20.06.06.	MÅL: 1:100
	TEGN. NR.: 119
ARKITEKTFIRMAET CARL OLE KRAGSIG KRISTENSEN MAA/PAR KRONPRINSENSGADE 22, 5000 ODENSE C. TLF. 6611 0456 FAX. 6619 1456	

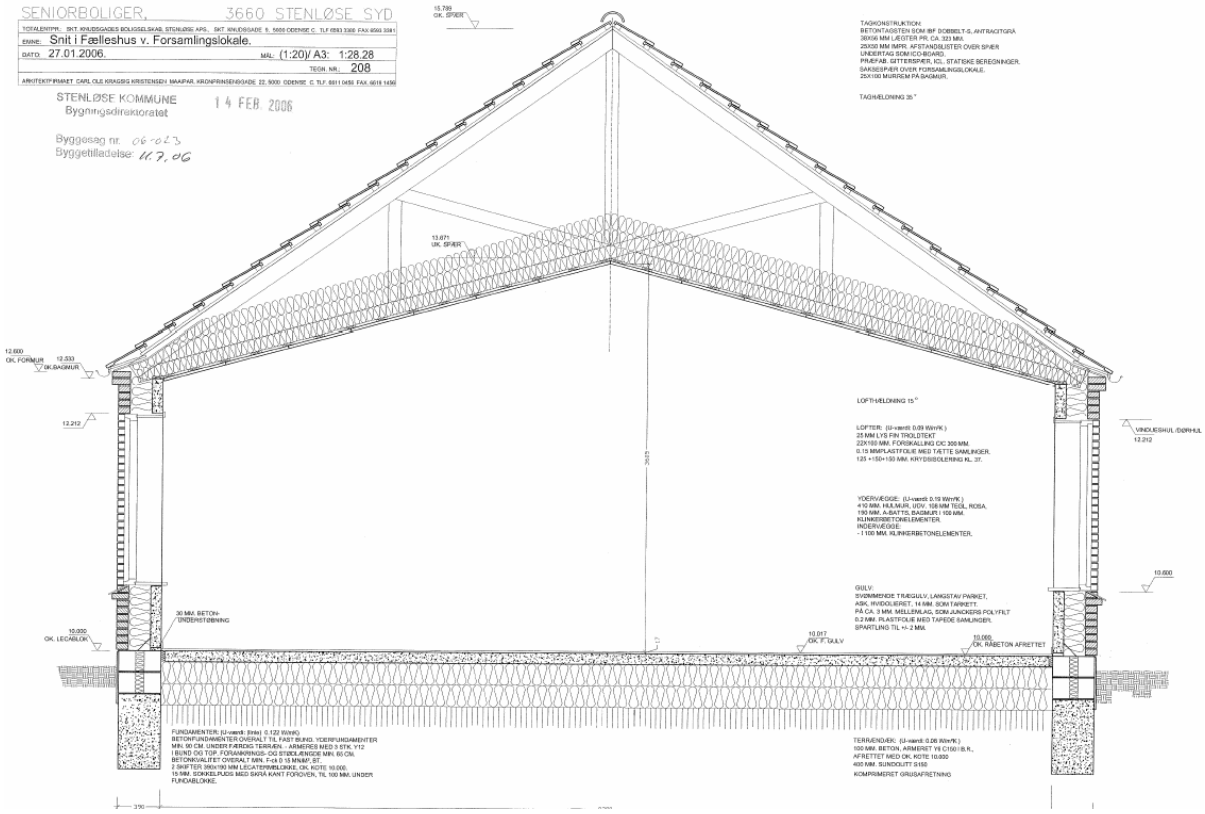
Fælleshus 150.8 M²
Teknikrum 23.2 M²

SENIORBOLIGER, 3660 STENLØSE SYD

TOTALENTPR.:	SKT. KNUDSGADES BOLIGSELSKAB, STENLØSE APS., SKT. KNUDSGADE 9, 5000 ODENSE C. TLF 6593 3380 FAX 6593 3381
EMNE:	Snit i Fælleshus v. Forsamlingslokale.
DATO: 27.01.2006.	MÅL: (1:20)/ A3: 1:28.28
	TEGN. NR.: 208
ARKITEKTFIRMAET CARL OLE KRAGSIG KRISTENSEN MAA/PAR KRONPRINSENSGADE 22, 5000 ODENSE C. TLF. 6611 0456 FAX. 6619 1456	

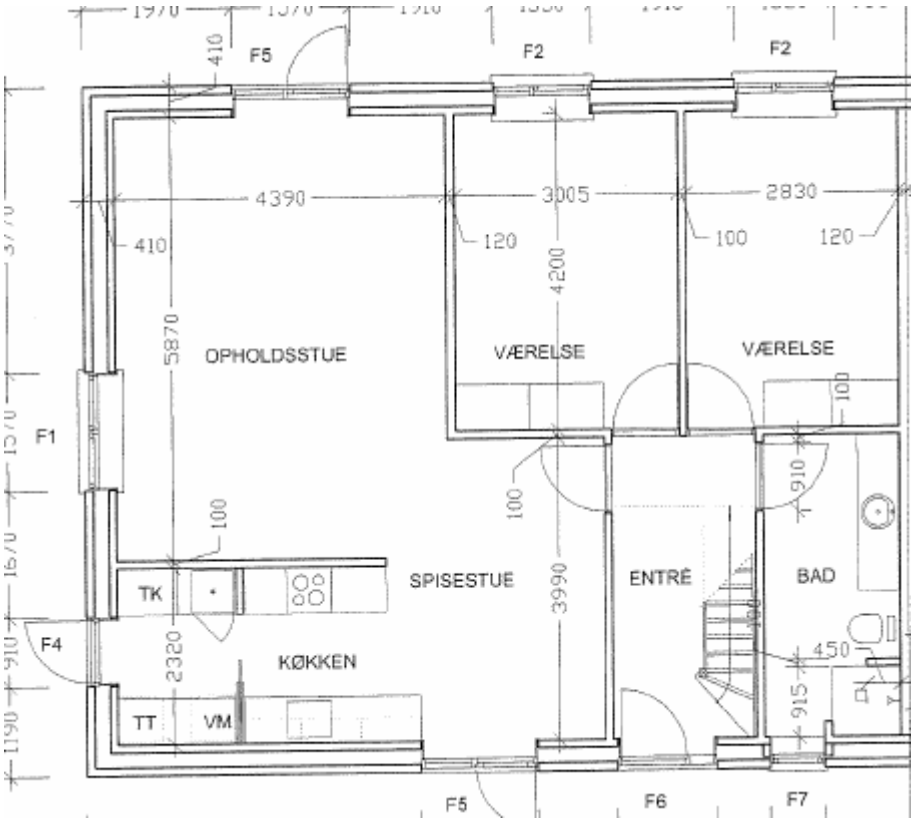
STENLØSE KOMMUNE
Bygningsdirektoratet
14 FEB. 2006

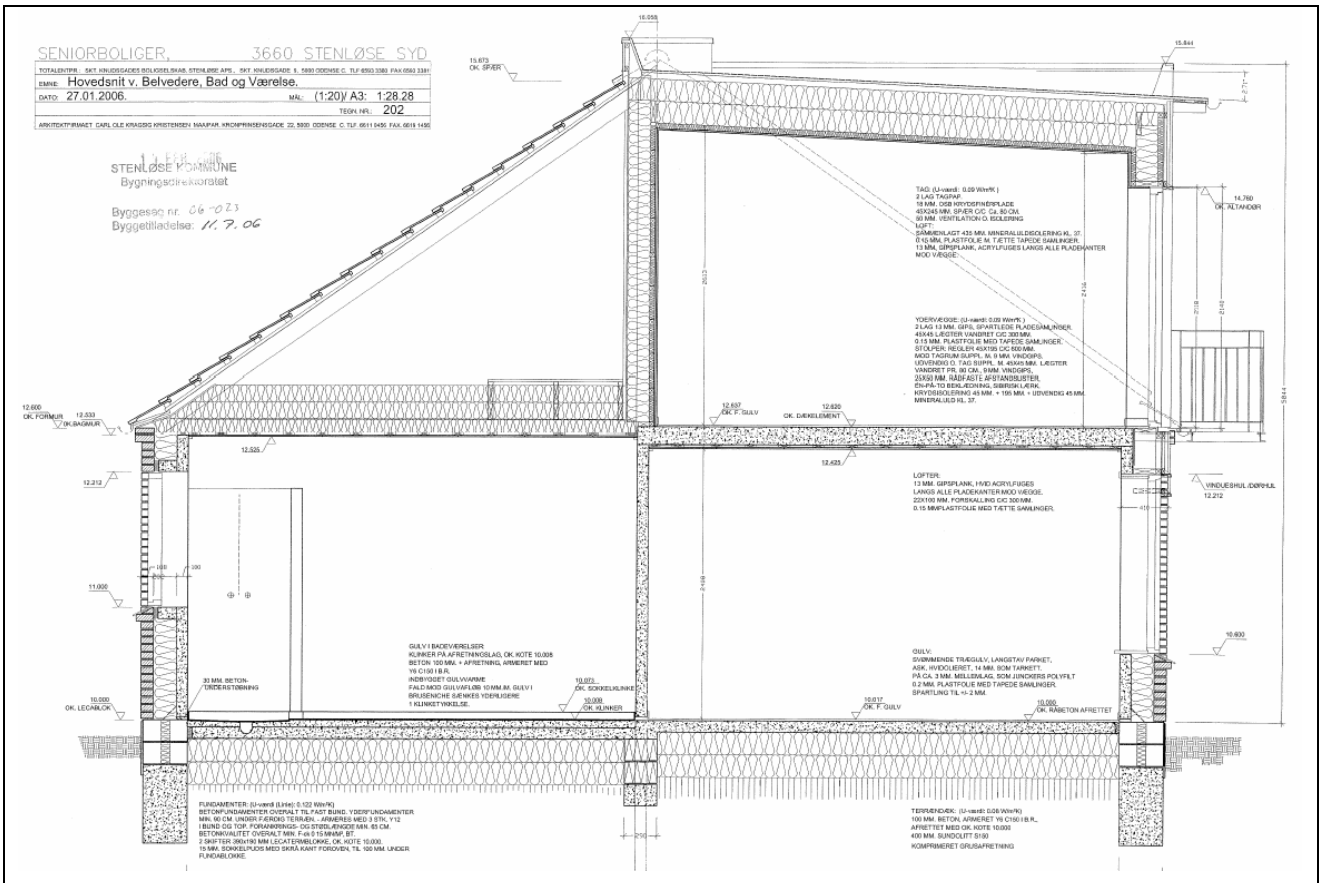
Byggesag nr. 06-023
Byggetilladelse: 11.7.06

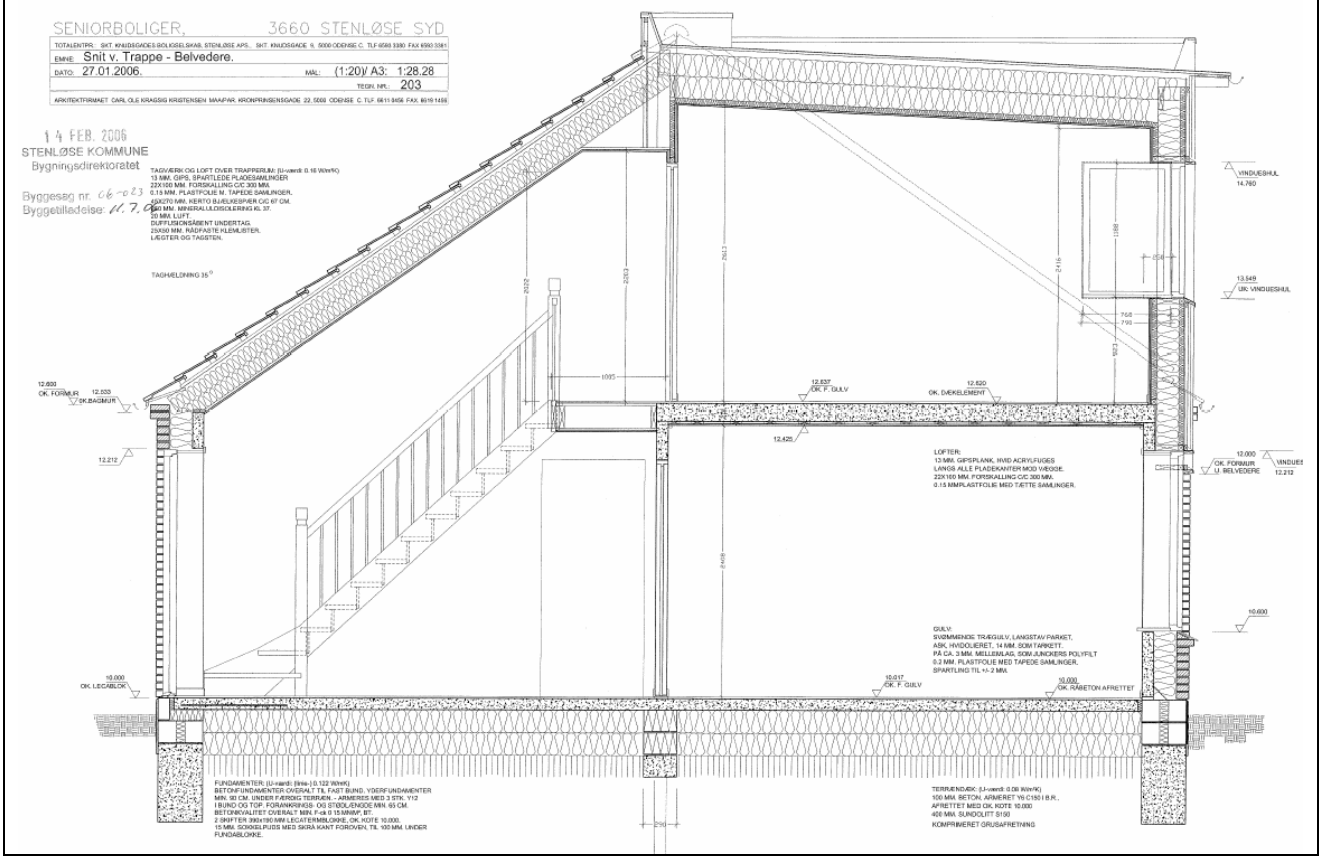


Entreprenør	Skt. Knudsgades Tømrer & Snedkerforretning, Skt. Knudsgade 9, 5000 Odense C		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	150		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	108 mm rosa tegl 190 mm Rockwool A-batts/ 100 mm i bagmur 100 mm klinker beton elementer	190/100	0,19
Tag + loft	18 mm krydsfiner 435 mm isolering 13 mm gips	435	0,088
Terrændæk	14 mm Trægulv 100 mm beton 400 mm Sundolitt Grus	400	0,078
Vinduer/dør + type (navn)	Vindues/dør areal er 23,29 m^2 svarende til 15,5 %		
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,122
Ydervæg/vinduer			0,03
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Gaskedel Viessman - Fælles varmeanlæg		
Ventilation – beskrivelse	Mekanisk		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type	Genvex GE 390 AC		
Ventilations virkningsgrad (%)	85		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	30,55		
	($l/s/m^2$)		
Tæthedsprøvning			
Termografering			
Andet			

Ejendomsadresse	Hjorteleddet – nr. 14



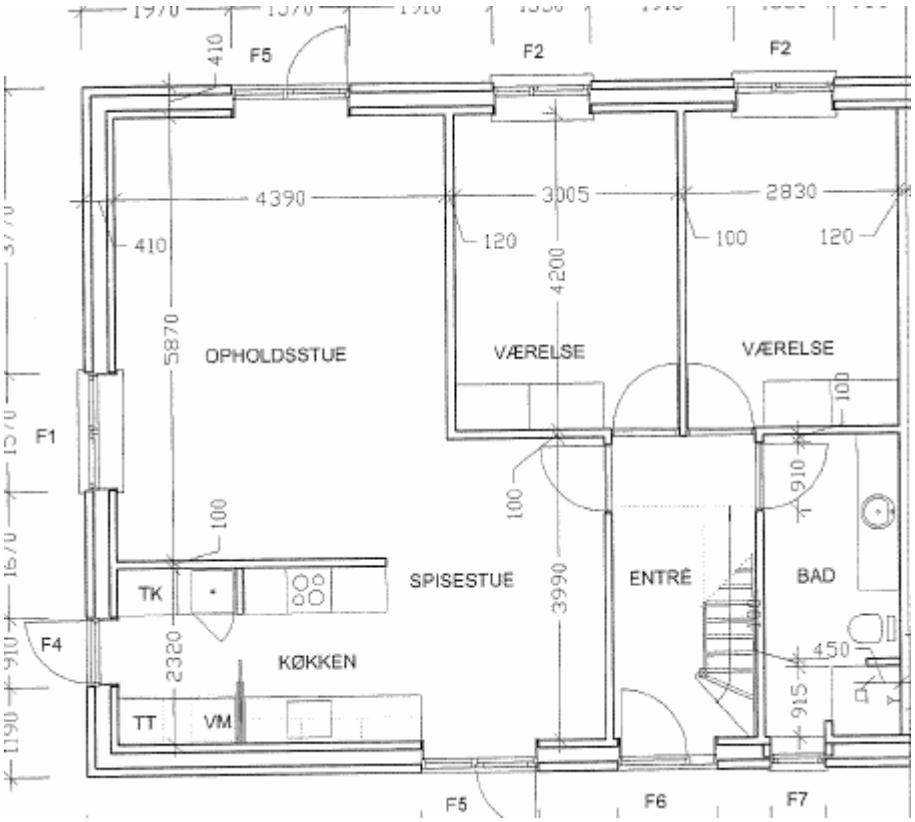

SENIORBOLIGER, 3660 STENLØSE SYD
EMNE: Hovedsnit v. Belvedere, Bad og Værelse.
DATO: 27.01.2006.
MÅL: (1:20)/ A3: 1:28.28
TEGN. NR.: 202
STENLØSE KOMMUNE
Bygningsdirektoratet
Byggesag nr. 06-023
Byggetilladelse: 11.7.06
GULV I BADEVÆRELSER:
KLINKER PÅ AFRETNINGSLAG, ØK. KOTE 10.005
BETON 100 MM. + AFRETNING, ARMERET MED
Y6 C150 I B.R.
INDBYGGET GULVVARME
FALD MOD GULVAFLØB 10 MM.M. GULV I
BRUSENICHE SKÆNKES YDERLIGERE
1 KLINKET VINKELSÆ.
30 MM. BETON-
UNDERSTØBNING
GULV:
SVØMMENDE TRÆGULV, LANGSTAV PARKET,
ASK, HVIDOLIERET, 14 MM. SOM TARKETT.
PÅ CA. 3 MM. MELLEMLAG, SOM JUNCKERS POLYFILT
0.2 MM. PLASTFOLIE MED TÆTEDE SAMLINGER.
SPARTLING TIL +/- 2 MM.
FUNDAMENTER: (U-værdi (Linie): 0.122 W/m°K)
BETONFUNDAMENTER OVERALT TIL FAST BUND. YDERFUNDAMENTER
MIN. 90 CM. UNDER FÆRDIG TERRÆN. - ARMERES MED 3 STK. Y12
I BUND OG TOP. FORANKRINGS- OG STØBELÆNGDE MIN. 65 CM.
BETONKVALITET OVERALT MIN. F-ok 0.15 MMWP. BT.
2 SKIFTER 390x190 MM LECATERMBLOKKE, ØK. KOTE 10.000.
15 MM. SOKKELPLIDS MED SKRÅ KANT FOROVEN, TIL 100 MM. UNDER
FUNDABLOKKE.
TERRÆNDÆK: (U-værdi: 0.09 W/m°K)
100 MM. BETON, ARMERET Y6 C150 I B.R.,
AFRETTET MED ØK. KOTE 10.000
400 MM. SUNDOLITT S150
KOMPRIMERET GRUSAFRETNING

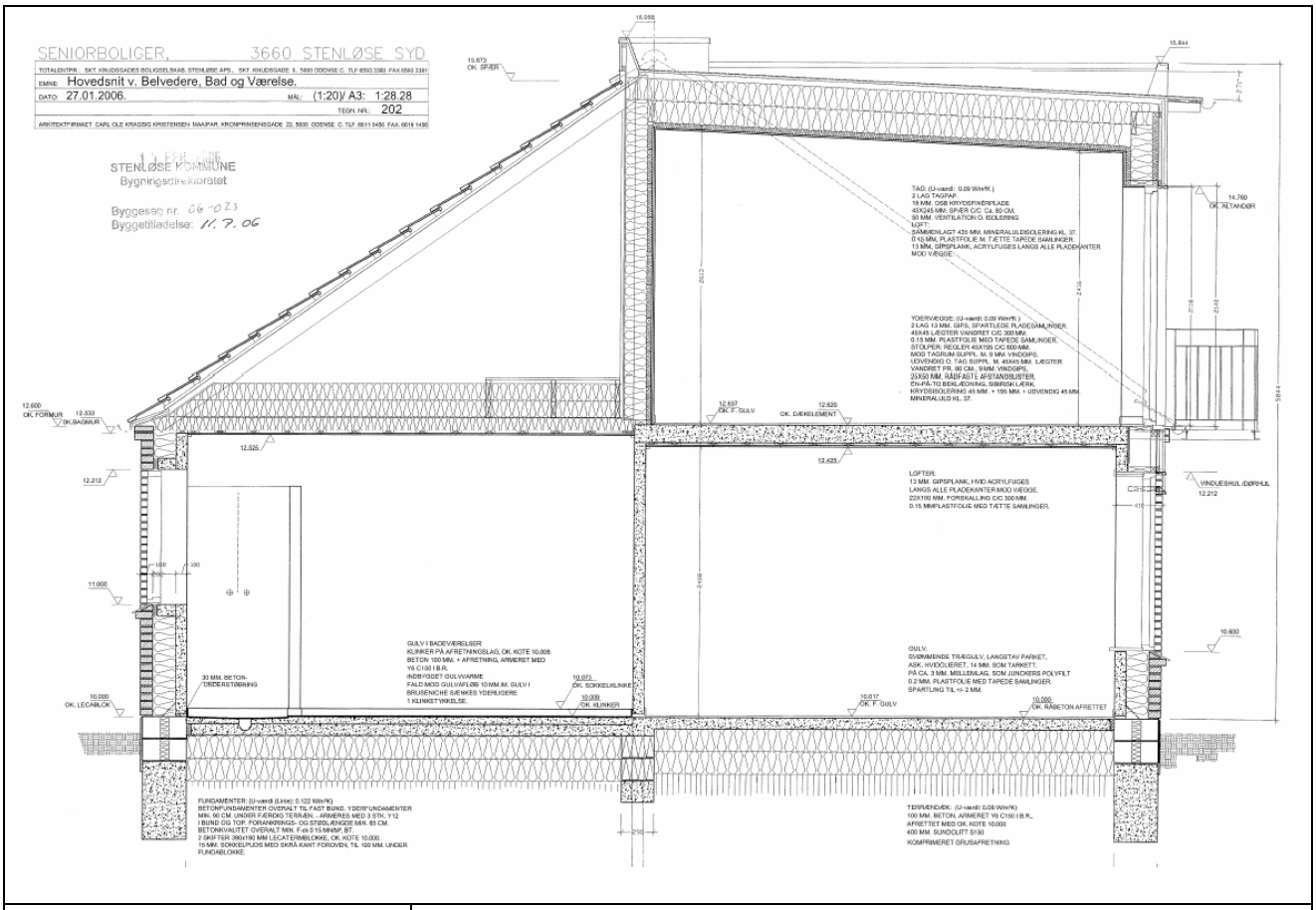

SENIORBOLIGER, 3660 STENLØSE SYD
EMNE: Snit v. Trappe - Belvedere.
DATO: 27.01.2006.
MÅL: (1:20)/ A3: 1:28.28
TEGN. NR.: 203
14 FEB. 2006
STENLØSE KOMMUNE
Bygningsdirektoratet
Byggesag nr. 06-023
Byggetilladelse: 11.7.06
TAGVÆRK OG LOFT OVER TRAPPERUM: (U-værdi: 0.16 W/m°K)
13 MM. GIPS, SPARTLEDE PLADESAMLINGER
22X100 MM. FORSKALLING C/C 300 MM.
0.15 MM. PLASTFOLIE M. TÆTEDE SAMLINGER.
48X270 MM. KERTO BJÆLKESPÆR C/C 67 CM.
200 MM. MINERALULDISOLERING KL 37.
20 MM. LUFT.
DUFFUSIONSÅBENT UNDERTAG.
28X60 MM. RÅGFASTE FLEMLISTER.
LÆGSTER OG TAGSTEN.
TAGHÆLDNING 35°
LOFTER:
13 MM. GIPSPLANK, HVID ACRYLFUGES
LANGS ALLE PLADEKANTER MOD VÆGGE.
22X100 MM. FORSKALLING C/C 300 MM.
0.15 MMPLASTFOLIE MED TÆTTE SAMLINGER.
GULV:
SVØMMENDE TRÆGULV, LANGSTAV PARKET,
ASK, HVIDOLIERET, 14 MM. SOM TARKETT.
PÅ CA. 3 MM. MELLEMLAG, SOM JUNCKERS POLYFILT
0.2 MM. PLASTFOLIE MED TÆTEDE SAMLINGER.
SPARTLING TIL +/- 2 MM.
FUNDAMENTER: (U-værdi: (linie-) 0.122 W/m°K)
BETONFUNDAMENTER-OVERALT TIL FAST BUND. YDERFUNDAMENTER
MIN. 90 CM. UNDER FÆRDIG TERRÆN. - ARMERES MED 3 STK. Y12
I BUND OG TOP. FORANKRINGS- OG STØBELÆNGDE MIN. 65 CM.
BETONKVALITET OVERALT MIN. F-ok 0.15 MMWP. BT.
2 SKIFTER 390x190 MM LECATERMBLOKKE, ØK. KOTE 10.000.
15 MM. SOKKELPLIDS MED SKRÅ KANT FOROVEN, TIL 100 MM. UNDER
FUNDABLOKKE.
TERRÆNDÆK: (U-værdi: 0.09 W/m°K)
100 MM. BETON, ARMERET Y6 C150 I B.R.,
AFRETTET MED ØK. KOTE 10.000
400 MM. SUNDOLITT S150
KOMPRIMERET GRUSAFRETNING

Entreprenør	Skt. Knudsgades Tømrer & Snedkerforretning, Skt. Knudsgade 9, 5000 Odense C		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	132		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1,3		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	108 mm rosa tegl 190 mm Rockwool A-batts/ 100 mm i bagmur 100 mm klinker beton elementer	190/100	0,19
Tag + loft	18 mm krydsfiner 435 mm isolering 13 mm gips Skråt tag v. belvederre: 13 mm gips 250 mm isolering Tagsten	435 250	0,088
Terrændæk	14 mm Trægulv 100 mm beton 400 mm Sundolitt Grus	400	0,078
Vinduer/dør + type (navn)	Vindues/dør areal er 25,75 m^2 svarende til 19,5 %		
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,122
Ydervæg/vinduer			0,03
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Gaskedel Viessman - Fælles varmeanlæg		
Ventilation – beskrivelse	Mekanisk		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type	Genvex GE 390 AC		
Ventilations virkningsgrad (%)	85		
	(kWh/m^2/år)		

Beregnet varmebehov	23,21
	(l/s/m^2)
Tæthedsprøvning	
Termografering	
Andet	

Ejendomsadresse	Hjorteleddet – nr. 23





Entreprenør	Skt. Knudsgades Tømrer & Snedkerforretning, Skt. Knudsgade 9, 5000 Odense C		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	132		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1,3		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	108 mm rosa tegl 190 mm Rockwool A-batts/ 100 mm i bagmur 100 mm klinker beton elementer	190/100	0,19
Tag + loft	18 mm krydsfiner 435 mm isolering 13 mm gips Skråt tag v. belvederre: 13 mm gips	435	0,088

	250 mm isolering Tagsten	250	
Terrændæk	14 mm Trægulv 100 mm beton 400 mm Sundolitt Grus	400	0,078
Vinduer/dør + type (navn)	Vindues/dør areal er 25,81 m^2 svarende til 19,5 %		0,19
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,122
Ydervæg/vinduer			0,03
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Gaskedel Viessman - Fælles varmeanlæg		
Ventilation – beskrivelse	Mekanisk		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type	Genvex GE 390 AC		
Ventilations virkningsgrad (%)	85		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	22,66		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning			
Termografering			
Andet			

Ejendomsadresse	**Hjorteleddet – nr. 28**		
Entreprenør	Skt. Knudsgades Tømrer & Snedkerforretning, Skt. Knudsgade 9, 5000 Odense C		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	98		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	108 mm rosa tegl 190 mm Rockwool A-batts/ 100 mm i bagmur 100 mm klinker beton elementer	190/100	0,19
Tag + loft	18 mm krydsfiner 435 mm isolering 13 mm gips	435	0,088
Terrændæk	14 mm Trægulv 100 mm beton 400 mm Sundolitt Grus	400	0,078
Vinduer/dør + type (navn)	Vindues/dør areal er 19,67 m^2 svarende til 20 %		
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,122
Ydervæg/vinduer			0,03
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Gaskedel Viessman - Fælles varmeanlæg		
Ventilation – beskrivelse	Mekanisk		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type	Genvex GE 390 AC		
Ventilations virkningsgrad (%)	85		

	(kWh/m^2/år)
Beregnet varmebehov	30,64
	(l/s/m^2)
Tæthedsprøvning	
Termografering	
Andet	

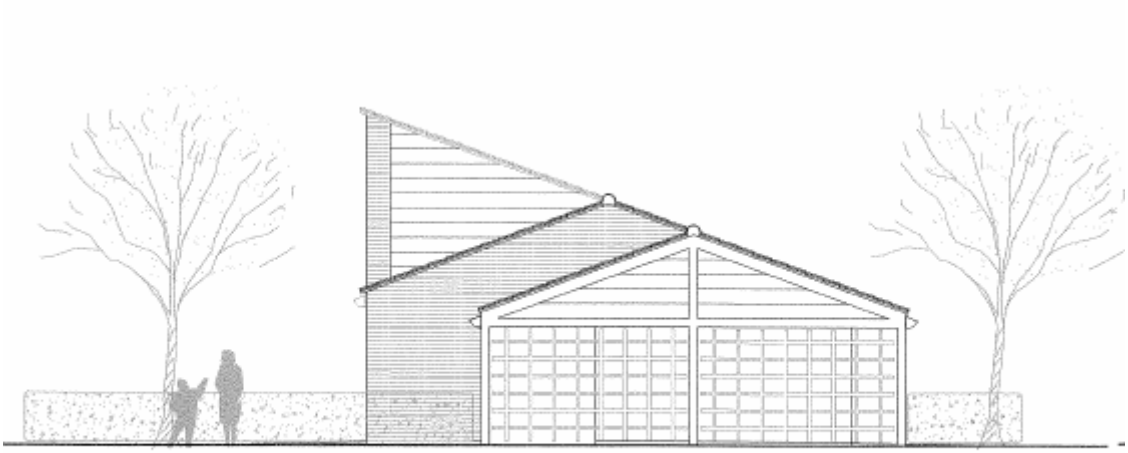
Storparcel 5 Sikaleddet

Parcel 5 er udlagt med 11 seniorboliger som andelsboliger i foreningen AB Stenhøj i delområde A. Delområde 5 er pt. projekteret med 14 seniorboliger og fælleshus til et seniorkollektiv.

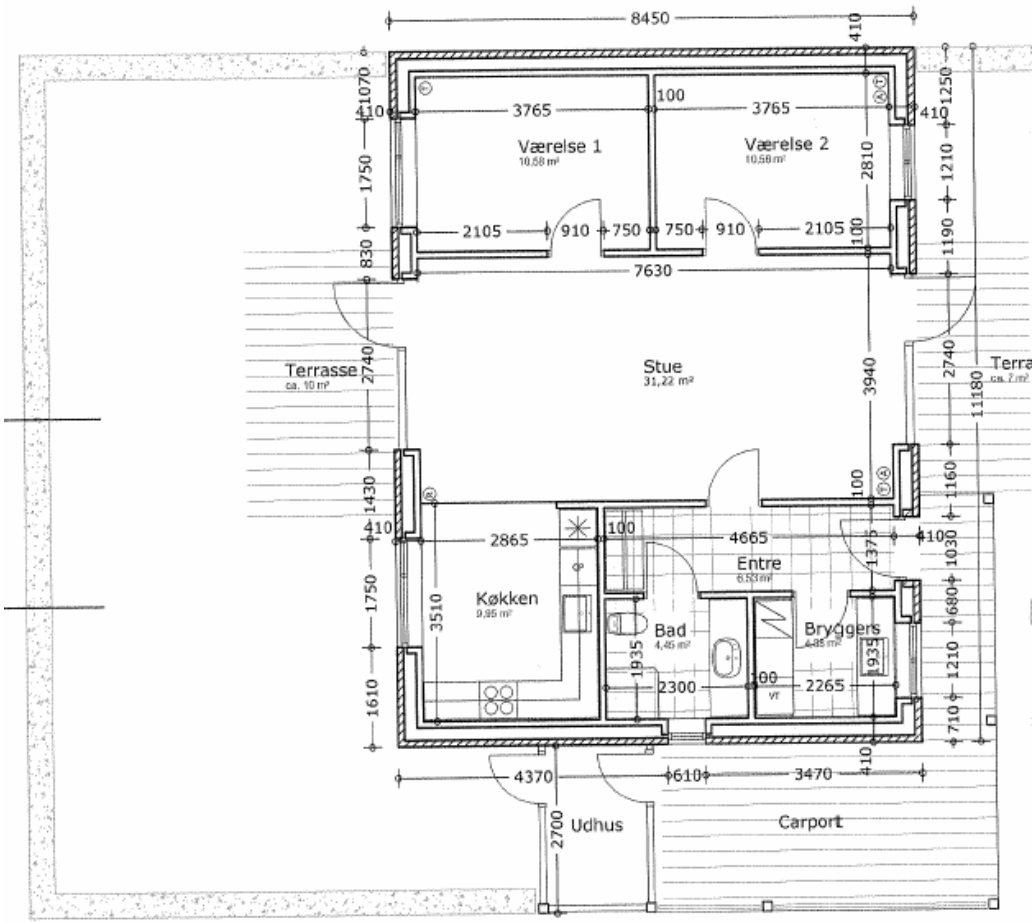
Ejendomsadresse	Sikaleddet –Område A Type A

Boligtype A, facade mod vest

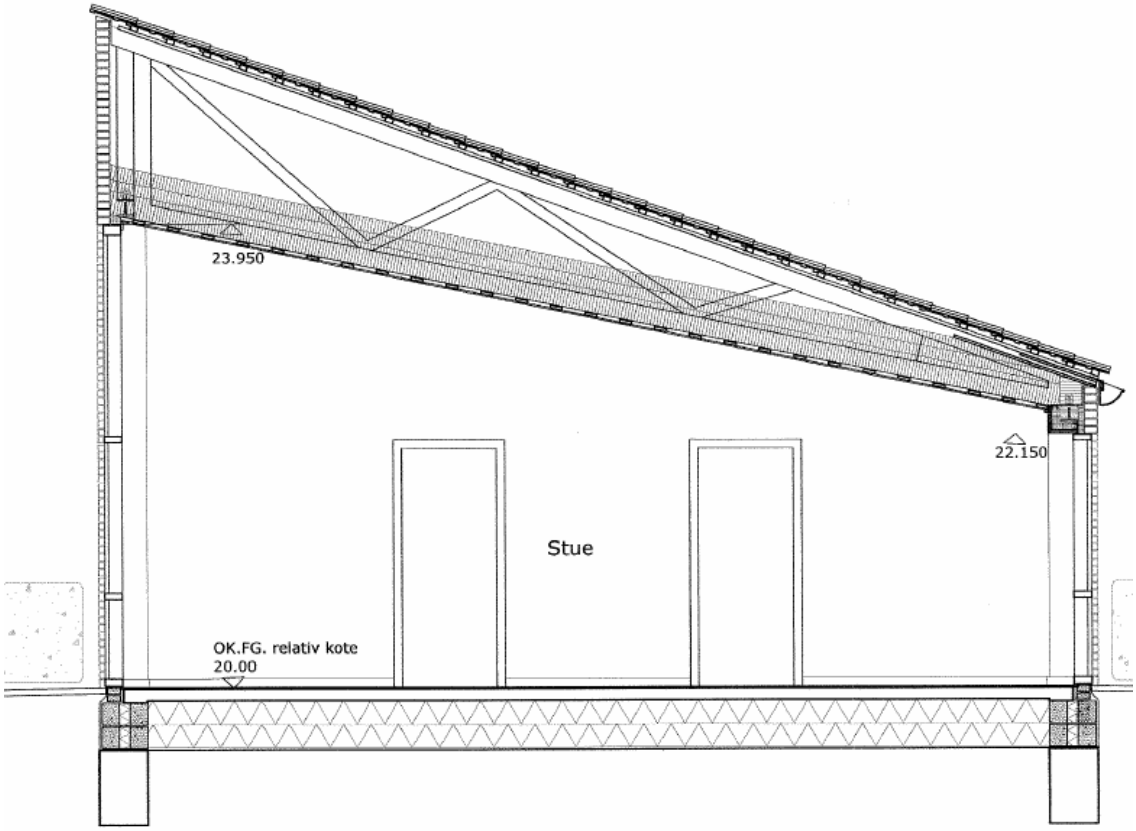
Boligtype A, facade mod øst



Boligtype A, gavl mod syd



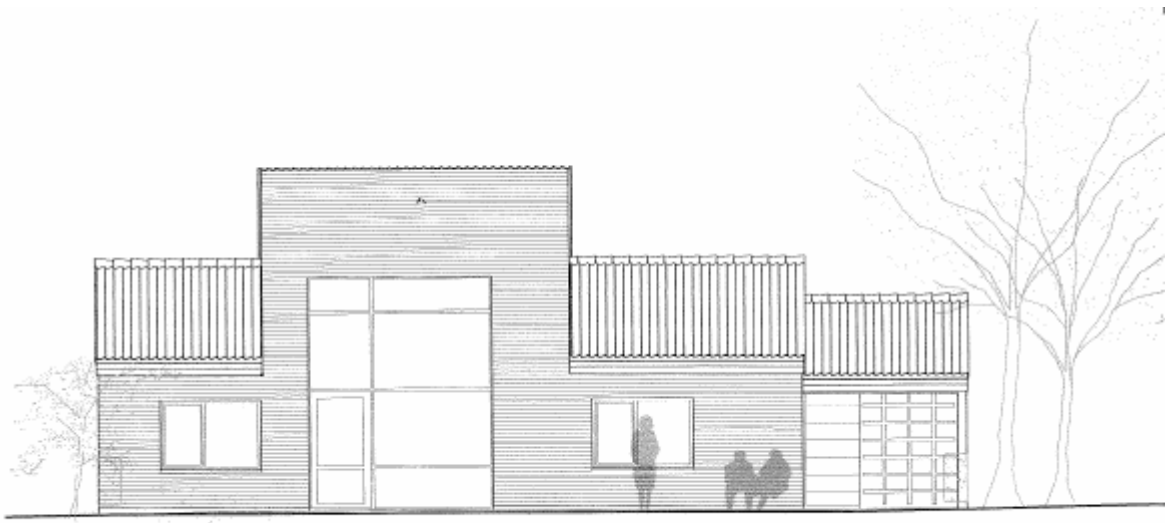
Boligtype A, plan



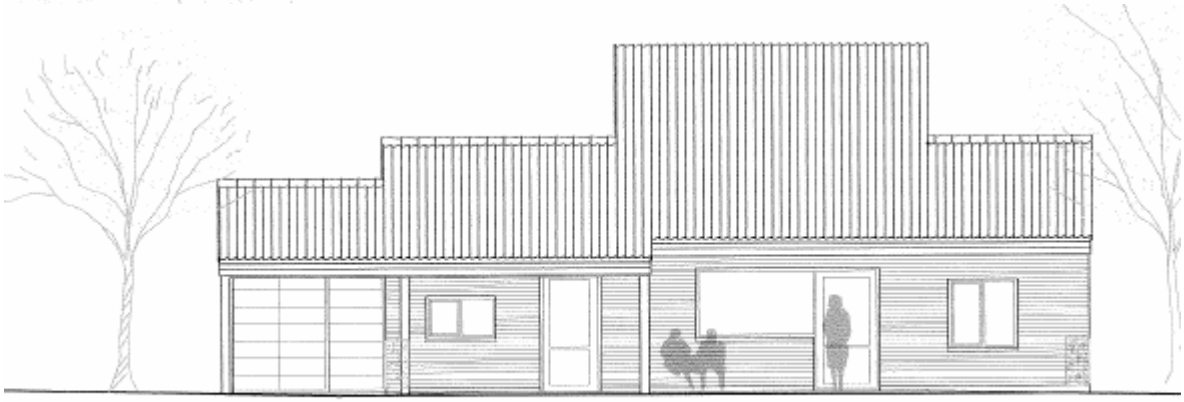
Entreprenør	Kuben Byggeplandata A/S			
	(m^2)			
Opvarmet etageareal	94			
	(1, 1½ etc.)			
Plan				
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isolerings-tykkelse (mm)	**λ** W/m2K	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	Teglstensskalmur Rockwool Super A-batts Letbeton	190	Isolering: 0,036 Porebeton: 0,14	0,16
Tag + loft	Cement tagsten Trægitterspær Rockwool Super A-batts Gipsplader	400	Isolering: 0,036	0,09

Terrændæk	Træparket Korkgranulatdug Betondæk Sundolitt S 250	300	Isolering: 0,034	0,1
			g-værdi Gennemsnitlig solfaktor	
Vinduer/dør + type (navn)	Krone vinduer Boplus Super EE 3 lag krypton Vindues/dør areal er 25,9 m^2 svarende til 27,6 %		0,64	Gennemsnit: 1,30 (samlet værdi) 0,93 -1,63
Linietab				**W/mK**
Fundamenter				0,12
Ydervæg/vinduer				0,0
Teknik				
Opvarmning - beskrivelse	Vitrix Zeus. Kondenserende modulerende gaskedel med indbygget varmtvandsbeholder. Naturgas og termostatstyret gulvvarme.			
Ventilation – beskrivelse	Nilan			
Supplerende (fx solvarme)				
Genvindingsanlæg, type	Nilan			
Ventilations virkningsgrad (%)	85			
	(kWh/m^2/år)			
Beregnet varmebehov	29,6			
	(l/s/m^2)			
Tæthedsprøvning	(0,11 – brugt i beregning)			
Termografering				
Andet				

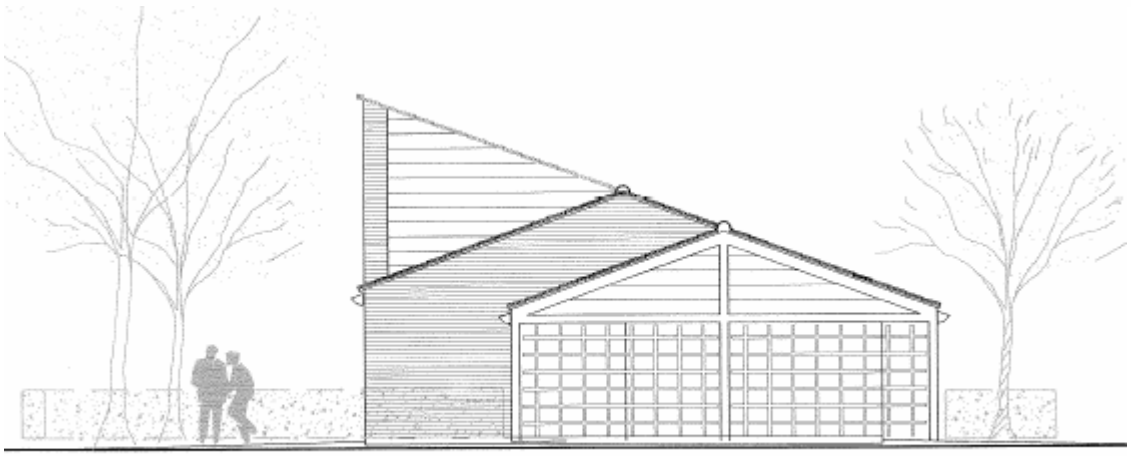
Ejendomsadresse	Sikaleddet – Område A Type B



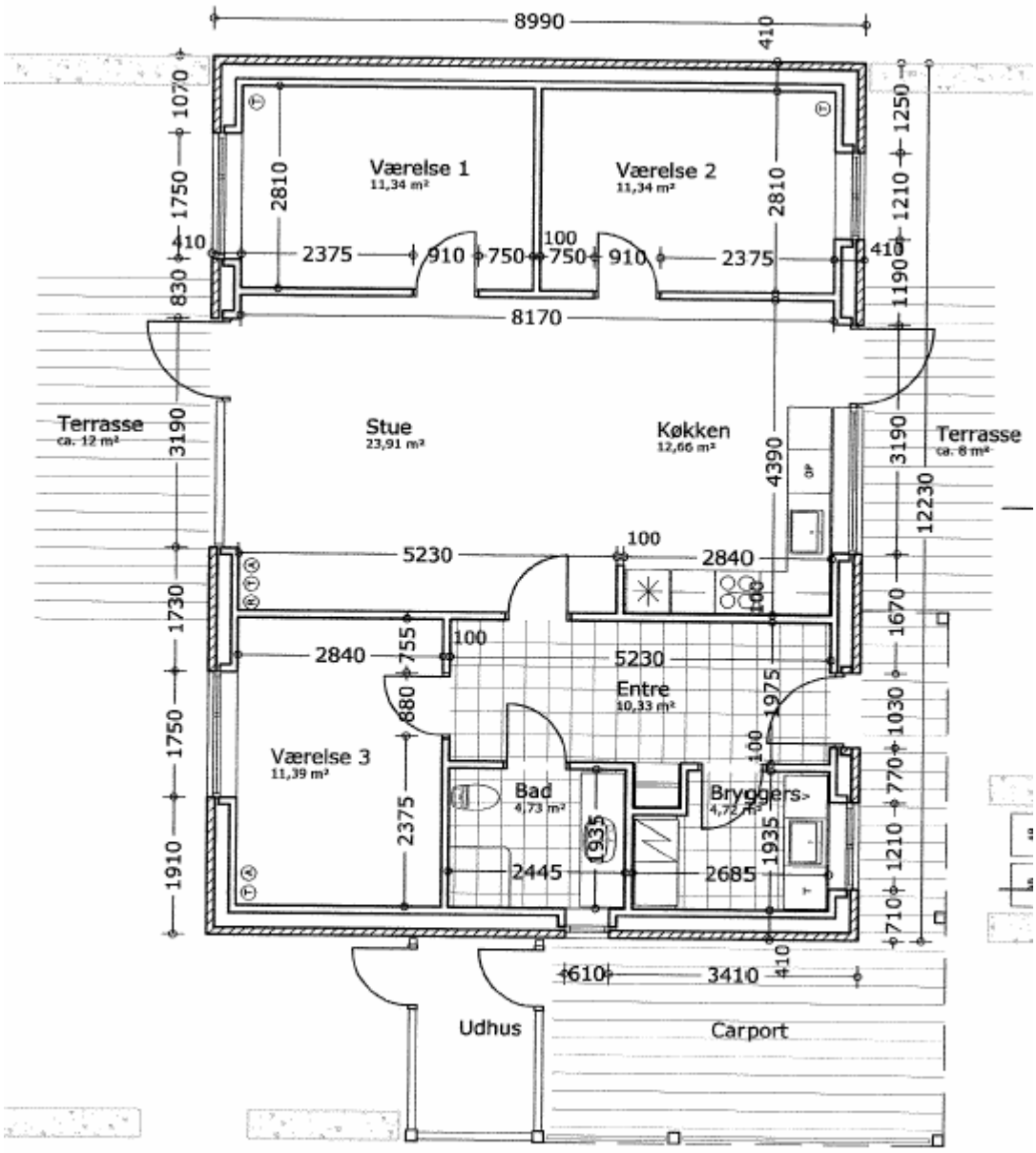
Boligtype B, facade mod vest



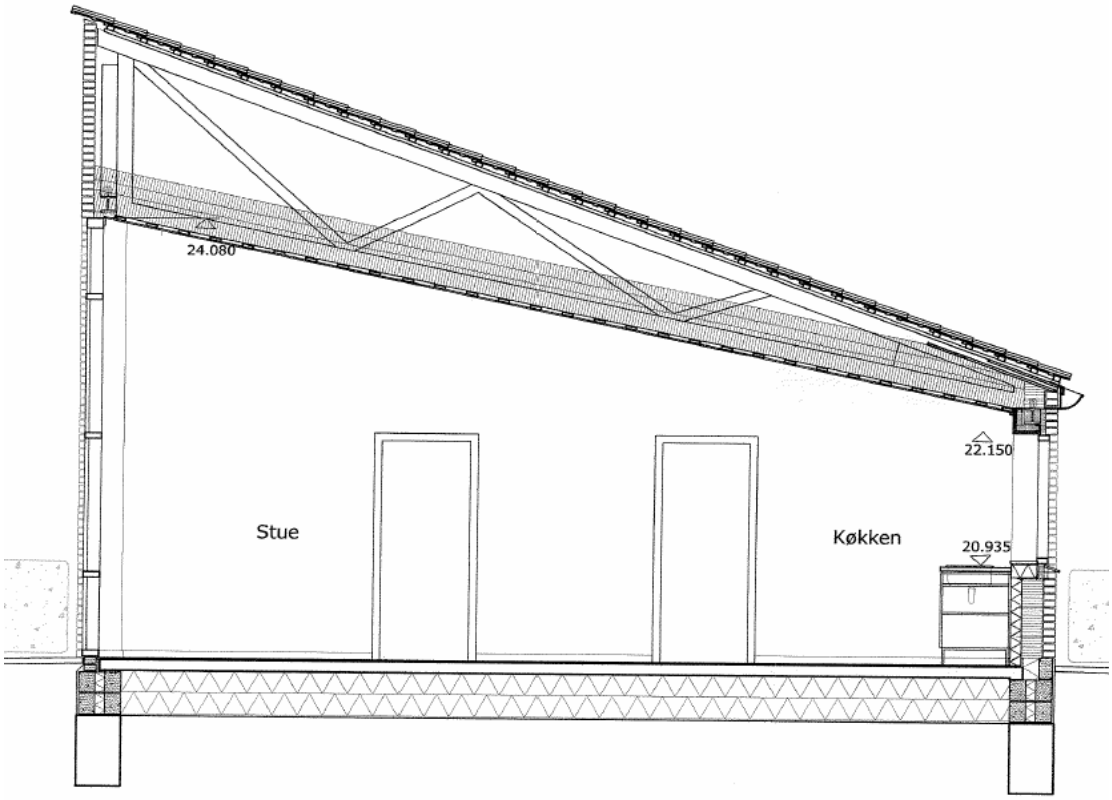
Boligtype B, facade mod øst

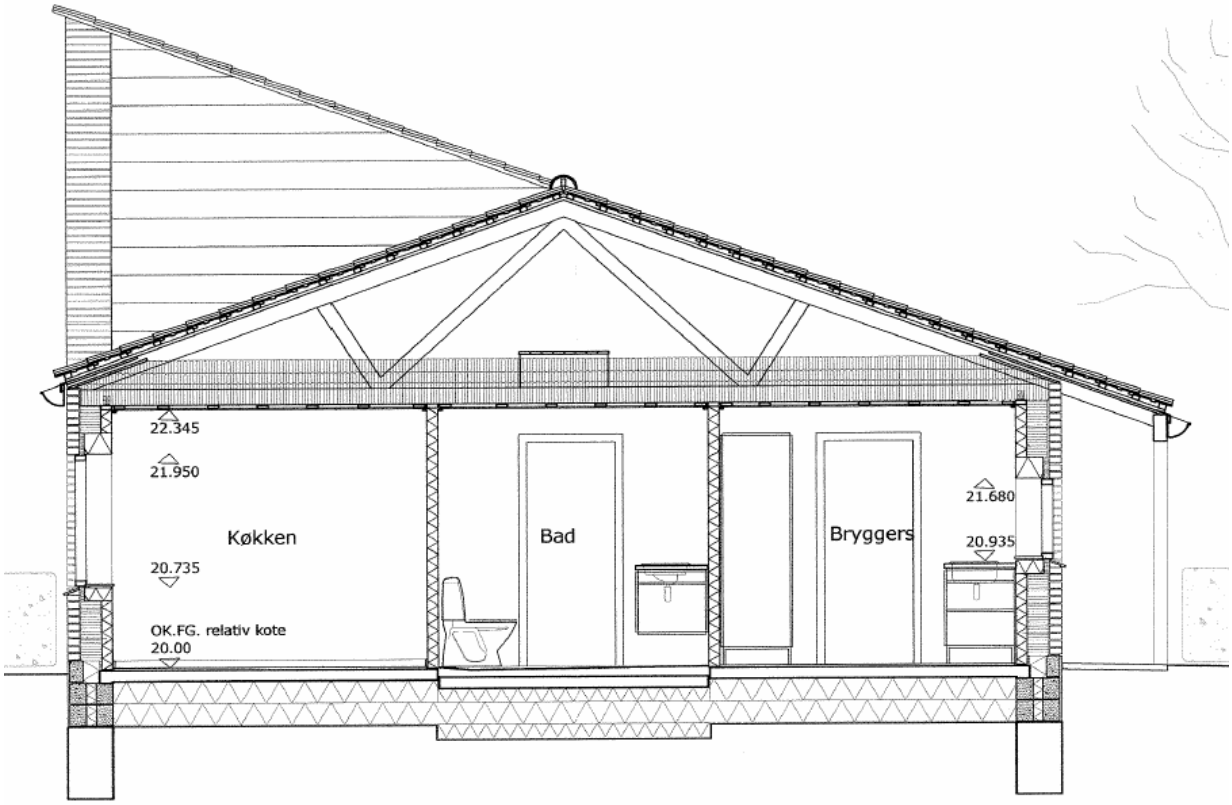


Boligtype B, gavl mod syd



Boligtype B, plan


24.080
22.150
Stue
Køkken
20.935


22.345
21.950
Køkken
20.735
OK.FG. relativ kote
20.00
Bad
Bryggers
21.680
20.935

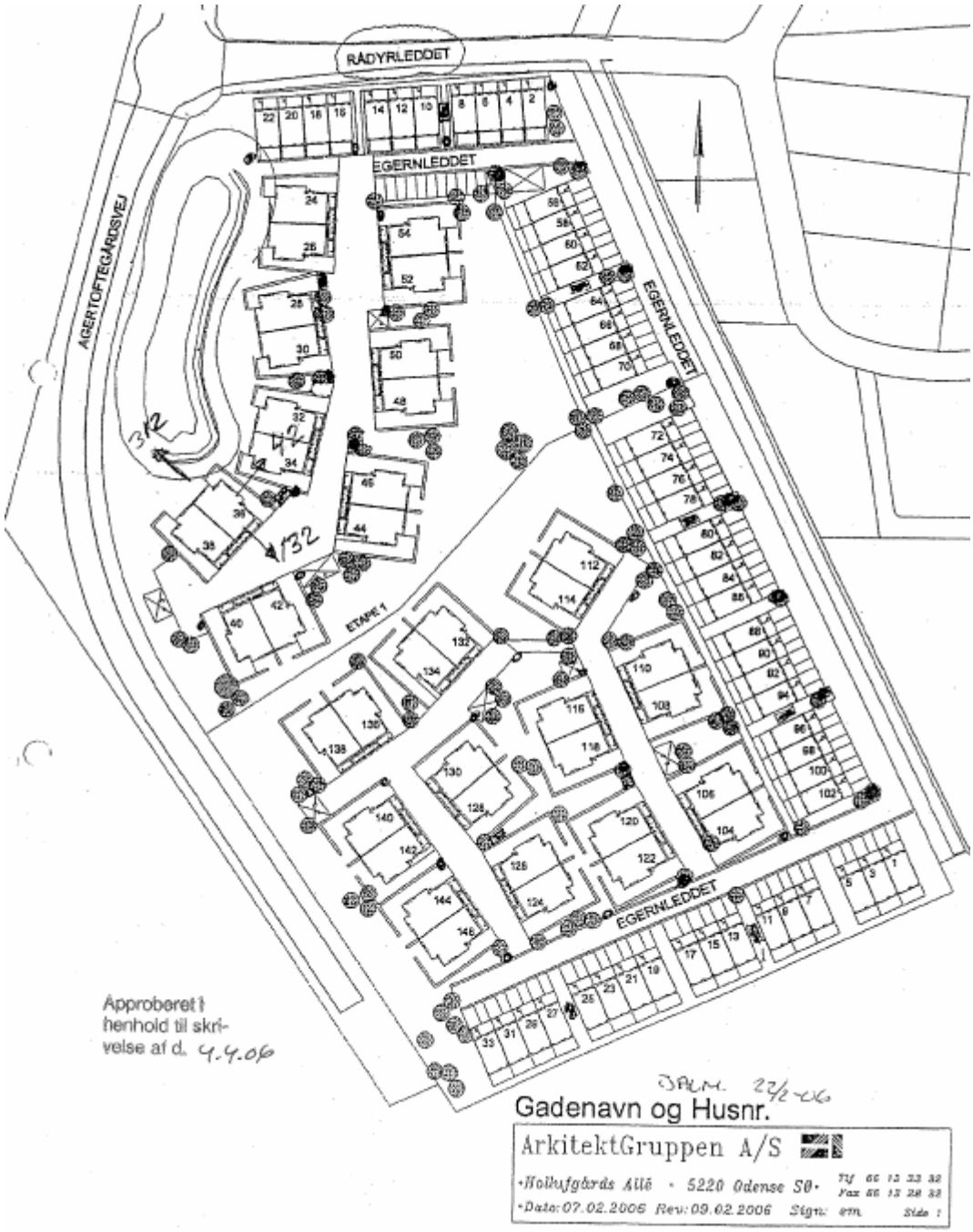
Entreprenør	Kuben Byggeplandata A/S		
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	110		
	(1, 1½ etc.)		
Plan			
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	Teglstensskalmur Rockwool Super A-batts letbeton	Teglstensskalmur Rockwool Super A-batts letbeton	190
Tag + loft	Cement tagsten Trægitterspær Rockwool Super A-batts Gipsplader	Cement tagsten Trægitterspær Rockwool Super A-batts Gipsplader	400
Terrændæk	Træparket Korkgranulatdug Betondæk Sudolitt S 250	200	0,14
Vinduer/dør + type (navn)	Krone vinduer Boplus Super EE 3 lag kryptom Vindues/dør areal er 26,9 m^2 svarende til 24,5 %		1,30 (samlet værdi) 0,93 -1,63
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,12
Ydervæg/vinduer			0,0
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Vitrix Zeus. Kondenserende modulerende gaskedel med indbygget varmtvandsbeholder. Naturgas og termostatstyret gulvvarme.		
Ventilation – beskrivelse	Nilan		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type	Nilan		
Ventilations virkningsgrad (%)	85		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	29,5		

	(l/s/m^2)
Tæthedsprøvning	
Termografering	
Andet	

Egernleddet

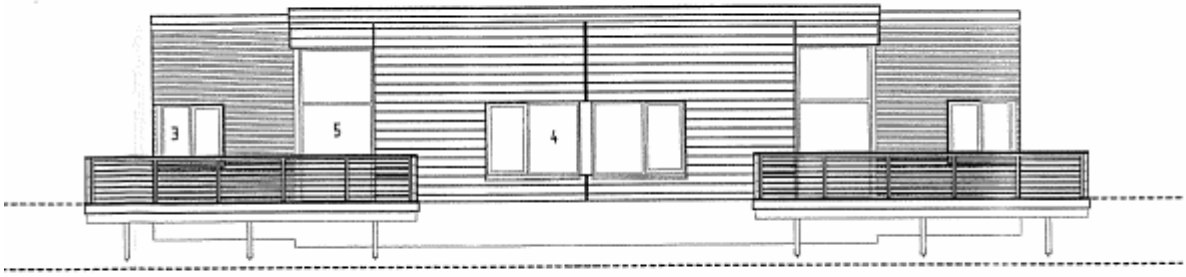
38 dobbelthuse i ét plan, 125,4 m2

52 boliger i rækkehuse, to plan,

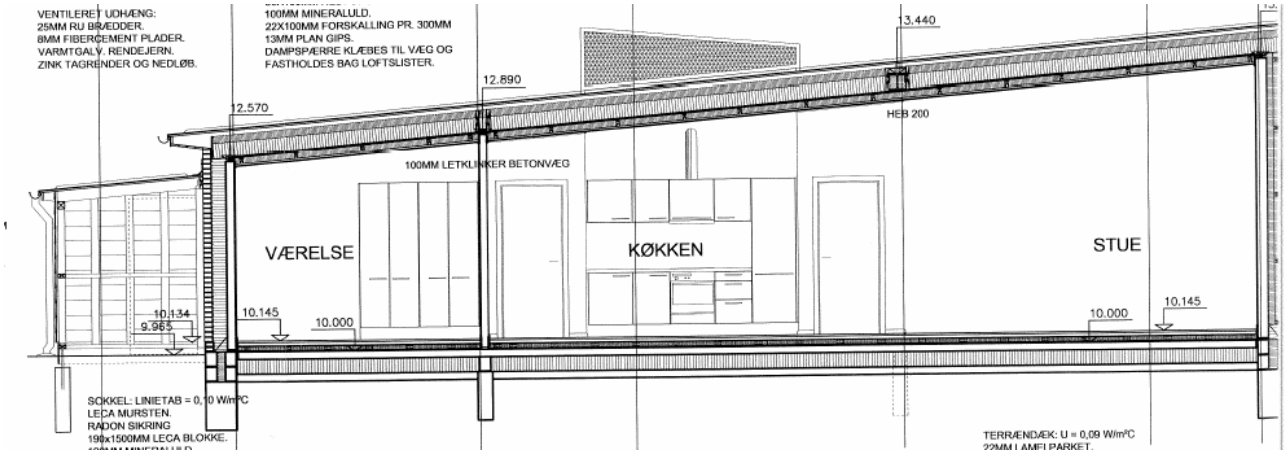


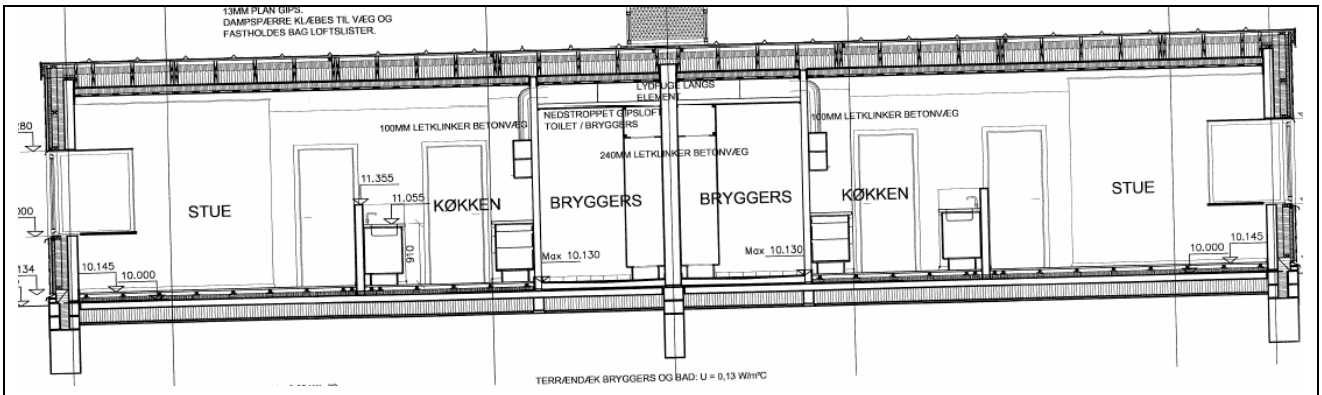
Ejendomsadresse	Egernleddet 36 - dobbelthus

GAVL FACADE 1:125 (Mock-up Nord-/Østfacade , Syd-Vest spejlvendt)



HAVE FACADE MOD SØ 1:125 (Mock-up Nord-/Vestfacade)





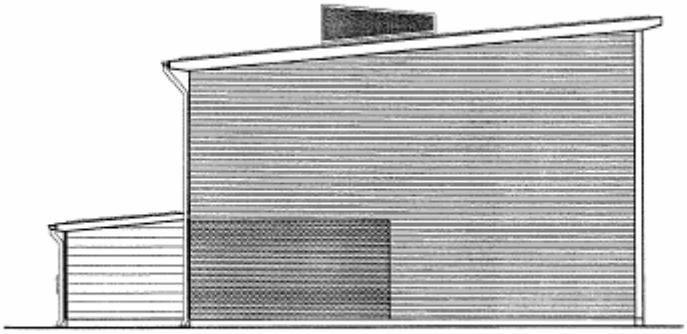
Entreprenør			
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	125,4		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	1		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	Let ydervæg: 150 mm let klinker beton 235 mm minealuld Fibercementplader på klink Fibercementplader Tung ydervæg: Letklinkerbeton 190 mm mineraluld Teglstensmur	 190	0,18 0,17
Loft	Papdækning 375 mm mineraluld loftlister	375	0,11
Terrændæk	Lamelparket 70 mm mineraluld 100 mm betondæk 200 mm terrænbatts 100 mm leca	270	0,09
Vinduer/dør + type (navn)	Krone vinduer Trævinduer, 3 lags termo med to lag energiglas, krypton og varm kant.		0,8-1,3

	Vindues/dør areal er 30,5 m^2 svarende til 24,4 %		
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,1
Ydervæg/vinduer			0,02
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Kondenserende gasfyr. Opvarmes generelt med gulvvarme.		
Ventilation – beskrivelse	Balanceret mekanisk ventilation med varmegenvinding		
Supplerende (fx solvarme)			
Genvindingsanlæg, type			
Ventilations virkningsgrad (%)	92		
	(kWh/m^2/år)		
Beregnet varmebehov	29,7		
	(l/s/m^2)		
Tæthedsprøvning			
Termografering			
Andet			

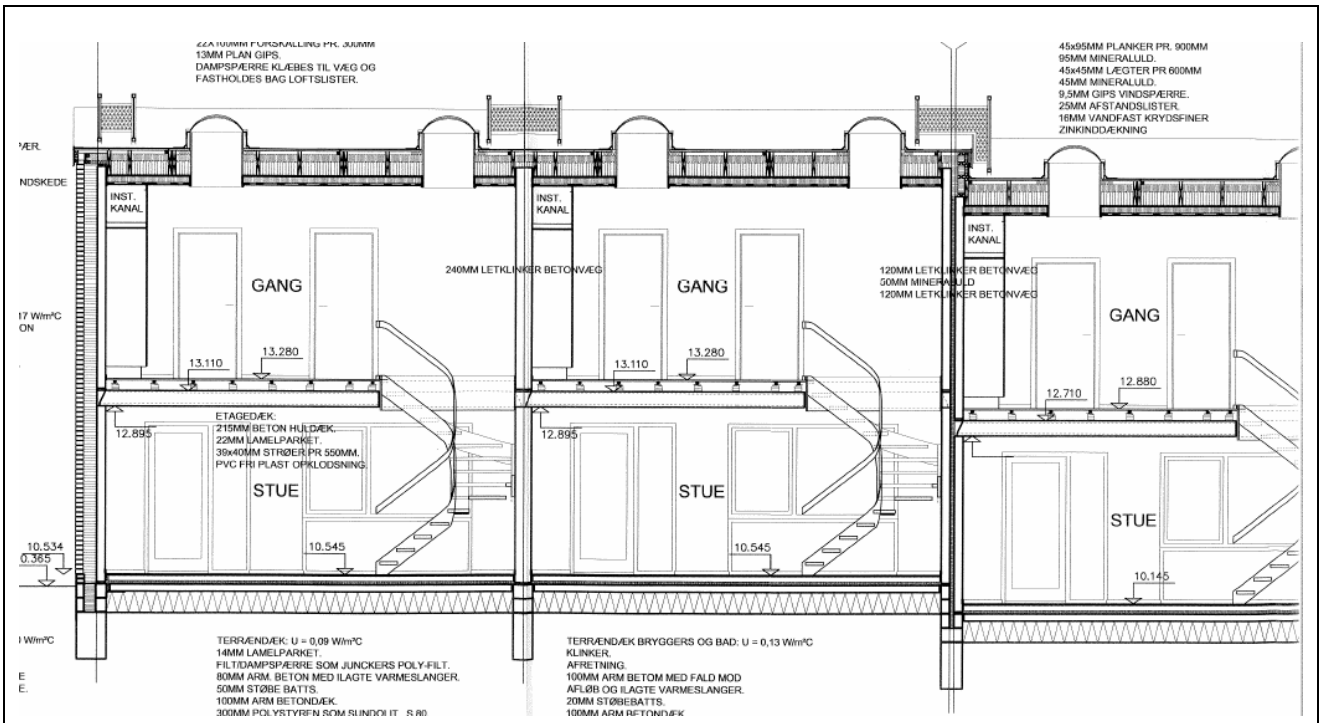
Ejendomsadresse	Egernleddet 56 – rækkehus

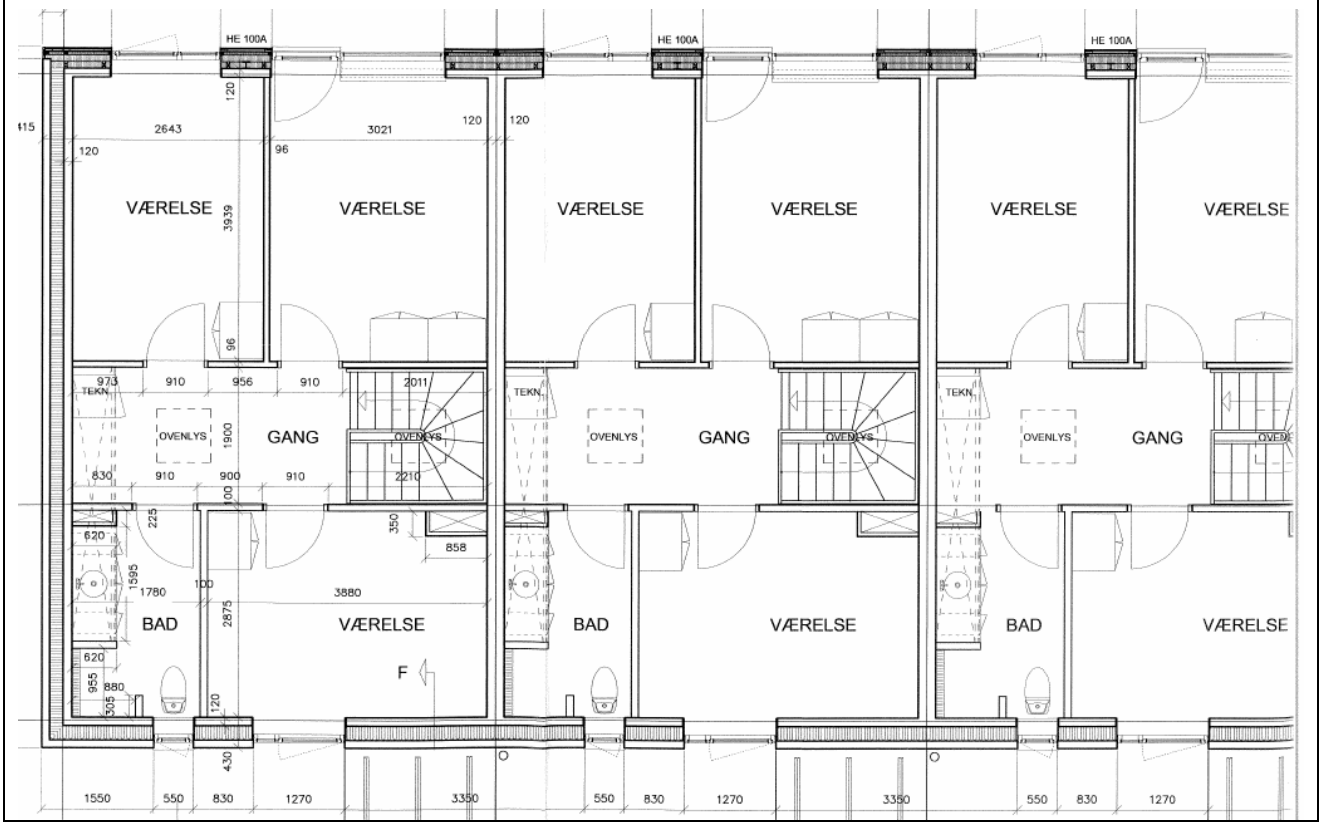
HAVE FACADE 1:125

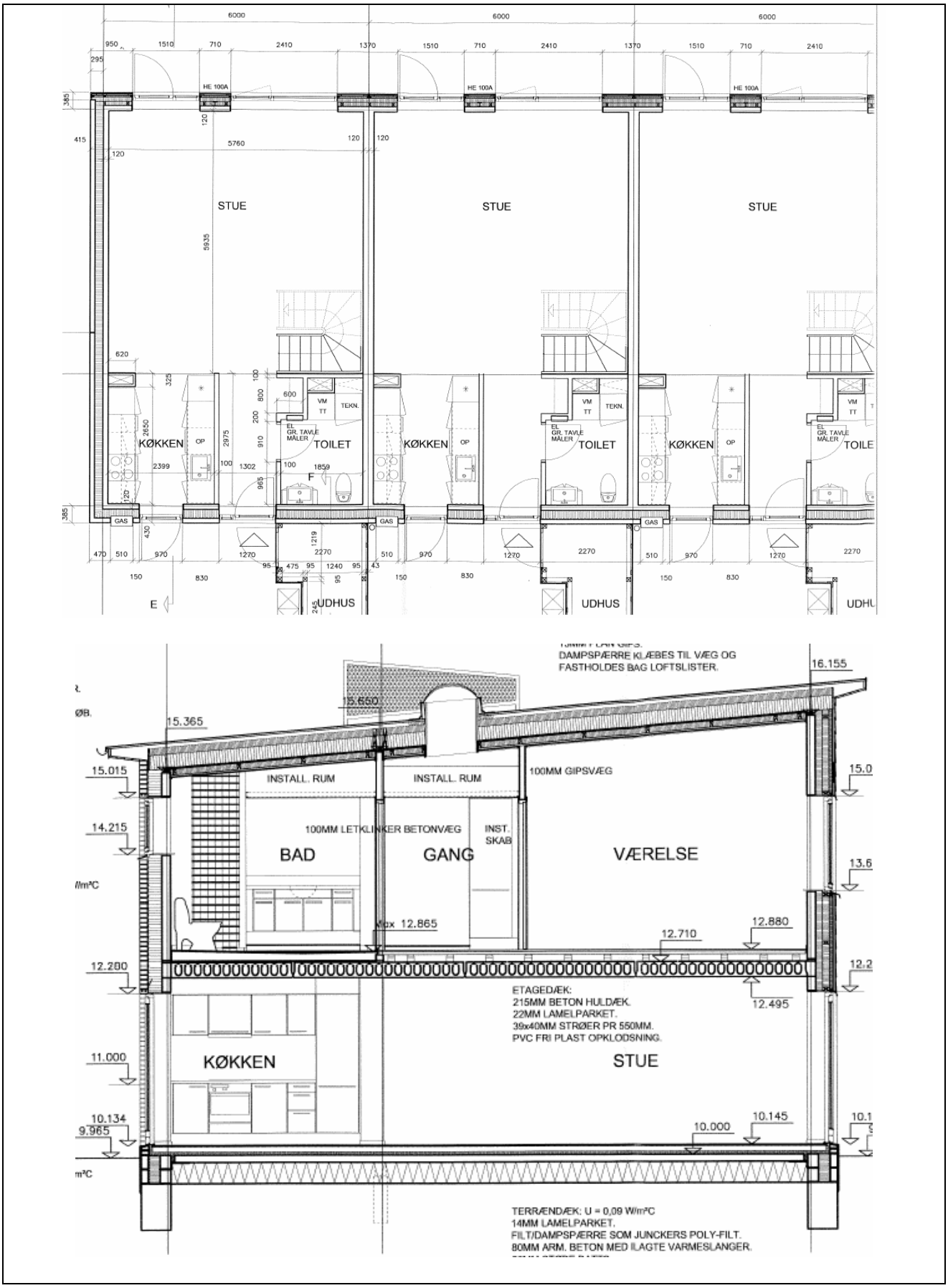
INDGANGS FACADE 1:125



GAVL 1:125


13MM PLAN GIPS.
DAMPSPÆRRE KLÆBES TIL VÆG OG
FASTHOLDES BAG LOFTSLISTER.
45x95MM PLANKER PR. 900MM
95MM MINERALULD.
45x45MM LÆGTER PR 600MM
45MM MINERALULD.
9,5MM GIPS VINDSPÆRRE.
25MM AFSTANDSLISTER.
16MM VANDFAST KRYDSFINER
ZINKINDDÆKNING
INST. KANAL
GANG
240MM LETKLINKER BETONVÆG
120MM LETKLINKER BETONVÆG
50MM MINERALULD
120MM LETKLINKER BETONVÆG
13.110
13.280
12.895
12.710
12.880
ETAGEDÆK:
215MM BETON HULDÆK.
22MM LAMELPARKET.
39x40MM STRØER PR 550MM.
PVC FRI PLAST OPKLODSNING.
STUE
10.534
0.365
10.545
10.145
TERRÆNDÆK: U = 0,09 W/m²C
14MM LAMELPARKET.
FILT/DAMPSPÆRRE SOM JUNCKERS POLY-FILT.
80MM ARM. BETON MED ILAGTE VARMESLANGER.
50MM STØBE BATTS.
100MM ARM BETONDÆK.
TERRÆNDÆK BRYGGERS OG BAD: U = 0,13 W/m²C
KLINKER.
AFRETNING.
100MM ARM BETOM MED FALD MOD
AFLØB OG ILAGTE VARMESLANGER.
20MM STØBEBATTS.


HE 100A
VÆRELSE
GANG
BAD
TEKN.
OVENLYS
F
2643
3021
3939
2011
2210
3880
1780
1550
550
830
1270
3350


STUE
STUE
STUE
KØKKEN
TOILET
KØKKEN
TOILET
KØKKEN
TOILE
UDHUS
UDHUS
UDHU
DAMPSPÆRRE KLÆBES TIL VÆG OG
FASTHOLDES BAG LOFTSLISTER.
16.155
15.660
15.365
15.015
14.215
12.200
11.000
10.134
9.965
INSTALL. RUM
INSTALL. RUM
100MM GIPSVÆG
100MM LETKLINKER BETONVÆG
INST.
SKAB
BAD
GANG
VÆRELSE
12.865
12.710
12.880
12.495
ETAGEDÆK:
215MM BETON HULDÆK.
22MM LAMELPARKET.
39x40MM STRØER PR 550MM.
PVC FRI PLAST OPKLODSNING.
KØKKEN
STUE
10.000
10.145
TERRÆNDÆK: U = 0,09 W/m²C
14MM LAMELPARKET.
FILT/DAMPSPÆRRE SOM JUNCKERS POLY-FILT.
80MM ARM. BETON MED ILAGTE VARMESLANGER.

Entreprenør			
	(m^2)		
Opvarmet etageareal	117		
	(1, 1½ etc.)		
Plan	2		
Konstruktionstype	Beskrivelse (muret, let, træ etc)	Isoleringstykkelse (mm)	**U-værdi** (W/m^2 K)
Væg	Let ydervæg: 150 mm let klinker beton 235 mm minealuld Fibercementplader på klink Fibercementplader Tung ydervæg: Letklinkerbeton 190 mm mineraluld Teglstensmur	190	0,19
Loft	Papdækning 375 mm mineraluld loftlister	375	0,11
Terrændæk	Lamelparket 70 mm mineraluld 100 mm betondæk 200 mm terrænbatts 100 mm leca	270	0,09
Vinduer/dør + type (navn)	Krone vinduer Trævinduer, 2 og 3 lags termo med to lag energiglas, krypton og varm kant. Vindues/dør areal er 24,2 m^2 svarende til 20,7 %		1,35-1,67 (ovenlys 2,5)
Linietab			**W/mK**
Fundamenter			0,09
Ydervæg/vinduer			0,02
Teknik			
Opvarmning - beskrivelse	Kondenserende gasfyr, A-mærket. Underetagen opvarmes generelt med gulvvarme. Førstesalen opvarmes med radiatorer dog		

	opvarmes toiletter på 1. sal via gulvvarme.
Ventilation – beskrivelse	Balanceret mekanisk ventilation med varmegenvinding
Supplerende (fx solvarme)	
Genvindingsanlæg, type	
Ventilations virkningsgrad (%)	92
	(kWh/m^2/år)
Beregnet varmebehov	28,4
	(l/s/m^2)
Tæthedsprøvning	
Termografering	
Andet	